Über den Bau der Korallenriffe und die Planktonvert...

Augustin Krämer,
A. Collin

Ueber den

Bau der Korallenriffe

und die

Planktonvertheilung an den Samoanischen Küsten

nebst vergleichenden Bemerkungen

von

Dr. Augustin Krämer
Friedrich
Marinestabsarzt

und einem Anhang:

Ueber den Palolowurm

von **Dr. A. Collin.**

Kiel und Leipzig
Verlag von Lipsius & Tischer
1897.

Meinen Kieler Lehrern in den Naturwissenschaften

Herrn Prof. Dr. Karl Brandt

und

Herrn Prof. Dr. Hippolyt Haas

in Dankbarkeit und Freundschaft

gewidmet.

Vorrede.

Nachfolgende Beobachtungen und Untersuchungen sind während einer zweijährigen Reise in der Südsee in den Jahren 1893 bis 1895 an Bord Seiner Majestät Kreuzer „Bussard“ gemacht worden. Da das Schiff während dieser Zeit nur Samoa, Neu-Seeland und Australien (Viti nur sehr kurz) besucht hat, so kann ich leider über keine ausgedehnte Südseeerfahrung gebieten. Da jedoch von den zwei Jahren volle zwölf Monate auf die samoanischen Gewässer fallen und der „Bussard“ häufig Fahrten zwischen den Inseln dieses Archipels machte, so habe ich wenigstens dies Gebiet ziemlich genau und eingehend kennen gelernt und ich glaube, dass das genaue Studium einer einzelnen Inselgruppe das vorliegende Problem unter Umständen mehr fördert, als das Zusammentragen einer Fluth von immer noch unsicheren Thatsachen, wie dies z. B. in Dana's Buch „Coral and Coral Islands“ der Fall ist.

Der jetzige Contreadmiral Hoffmann sagte einst in einem Vortrag in der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin am 7. Mai 1882:

„Ein Vergleich meiner Notizen mit den Beschreibungen, welche wir über Korallenbildungen besitzen, hat mich zu der Einsicht geführt, dass diese Bildungen untereinander viel verschiedenartiger sind, als man in der Regel anzunehmen geneigt ist und dass es nicht zulässig ist, aus Beobachtungen an einer einzelnen Inselgruppe auf das Wachsthum und den Bau der Korallenriffe im Allgemeinen Schlüsse zu ziehen. Die Erscheinungen an jedem einzelnen bringen neue Momente für die Beurtheilung, und die meisten Schilderungen sind viel zu allgemein gehalten, als dass sie die Verschiedenheiten der einzelnen Bildungen zur Geltung bringen könnten.“

Den letzteren Eindruck habe ich vielfach auch beim Lesen einzelner Abhandlungen empfangen; je mehr ich mich aber in das Studium dieser Fragen vertiefte, desto mehr fand ich doch eine Harmonie im Aufbau aller dieser wunderbaren Bildungen; es drängte sich mir die Ueberzeugung auf, dass es überall dieselben Ursachen und dieselben Hindernisse im wesentlichen sind, welche diese „Momente“ bedingen.

Ich bin mir wohl bewusst, dass ich all die verwickelten Fragen, an denen schon Jahrzehnte eine Unzahl von Forschern ihren Geist und ihr Glück versucht haben, nicht zu lösen vermocht und gekonnt habe; weiss ich doch selbst nicht

aus Erfahrung, ob nicht doch noch an anderen Plätzen andere Factoren für die Riffbildung in Frage kommen und sind sichere Beobachtungen doch gerade für die Anwendung auf meine Untersuchungen vielfach recht spärlich oder gar mangelnd, namentlich in Beziehung auf die Planktonforschung im Riffgebiet.

Aus diesen Gründen bitte ich die vorliegende Arbeit aufzufassen nicht als eine Streitschrift gegen die bestehenden Ansichten und Theorieen, sondern als das, was sie wirklich sein soll, eine Anregung zur Verfolgung bestimmter Beobachtungen und Untersuchungen bei künftigen Riffforschungen.

Aus diesem Grunde habe ich auch diese Abhandlung dem Buchhandel übergeben, damit sie leicht zu erhalten und handlich sein möge.

Es könnte überflüssig erscheinen, dass ich einer Arbeit über Korallenriffe ausgedehnte Resultate der Planktonforschung*) beigefügt habe; sind es doch gerade diese Studien, welchen diese Arbeit ihre Entstehung verdankt. — Ich war ferne davon, als ich nach Samoa kam, Korallenriffuntersuchungen machen zu wollen; ich wusste damals kaum um die schwebenden Theorieen und konnte mir auch später nur das nothwendigste an Literatur während eines Zwischen-Aufenthaltes in Sydney verschaffen.

Der Widerstreit meiner planktonischen Ergebnisse mit den Angaben der Challengerexpedition brachte mich jedoch diesem gefährlichen Gebiet stetig näher und da ich das ganze Thierleben des Meeres so eng mit den Korallenriffen verkettet fand, so schien es mir nicht mehr rathsam, eines allein abzuhandeln und ich entschloss mich, auch meinen Beobachtungen an den Korallenriffen Samoa's Raum zu geben.

Da ich glaube, dass man künftig bei der Untersuchung von Korallenriffen auch der Verbreitung des Planktons Rechnung tragen muss, so habe ich mich bemüht, die Methode der Messung so auszubilden, dass es möglich ist in kurzer Zeit an Ort und Stelle ein sicheres Resultat über die Vertheilung und die Masse zu erhalten, und sogar über die Zusammensetzung. Die wissenschaftliche Verarbeitung wird natürlich immer erst zu Hause ausgeführt werden können; jedoch schon an Ort und Stelle scheint es sehr wünschenswerth zu erfahren, was für Thierarten und wieviel ungefähr die Masse ausmachen und wie die Schwankungen an den einzelnen Stellen und während gewisser Jahreszeiten sind. Die Masse scheint aber hier besonders wichtig.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich es vermieden speciell zoologische Daten und Arbeiten hier zu erörtern, zumal da der grössere Theil meiner Sammlungen noch der Bearbeitung harrt. Letzteres gilt namentlich für die Macrofauna der samoanischen Riffe, welche ich desshalb wesentlich vom ethnologischen Standpunkte aus als eine Nahrungsquelle der Eingeborenen betrachten werde. Im Uebrigen erfolgt diese Besprechung wie die des Planktons nur von oceanographischen, geographischen und biologischen Gesichtspunkten.

Ich habe im Laufe der Arbeit mehr Citate von Autoren gebraucht, als es im Allgemeinen wünschenswerth erscheinen dürfte; bei der Vieldeutigkeit der Meinungen glaubte ich dies jedoch nicht umgehen zu können.

*) Ein fleissiger Assistent erstand mir in dem Oberlazarethgehülfen Pratsch, welcher mir stetig hülfreiche Hand leistete.

Betreffs der Nomenclatur halte ich fest an den Namen Viti für Fidji, Paumotu für Paumotu, Pomotu u. s. w., Tonga für Freundschafts-, Tahiti- für Gesellschafts-, Hawaii für Sandwichinseln u. s. w., da diese Benennungen sowohl geographisch als etymologisch richtiger sind.*) Statt „Stiller“ und „Grosser“ Ocean empfiehlt sich mehr „pacifischer“. „Südsee“ ist der südliche Theil des Pacifischen Oceans.

Den örtlichen Beschreibungen und Karten sind die Karten der englischen Admiralität und die vom Reichsmarineamt im Jahre 1895 neu herausgegebenen Specialkarten der Nordküste von Upolu (No. 106) und des Apiahafens (No. 107) zu Grunde gelegt, welch' letzterer während des Aufenthaltes in Apia von Lieutenant zur See Hollweg neu vermessen worden ist. Ich darf bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, meinem einstigen Commandanten Herrn Corvetten-Kapitän Scheder meinen Dank auszusprechen für die grösstmöglichsten Freiheiten, welche er mir in der Verfolgung meiner Studien gewährte, so dass ich meine ganze Zeit, soweit es mein Beruf gestattete, dem Studium der samoanischen Verhältnisse widmen konnte; nicht minderer Dank gebührt den Leitern der deutschen Handels- und Plantagengesellschaft, welche in der Unterstützung wissenschaftlicher Bestrebungen unermüdlich sind, als ob es zu ihren Traditionen gehörte, das Andenken an das commercielle leider zu rasch verblichene Königthum der Godeffroy's zu pflegen.

Zahlreiche Literaturangaben verdanke ich Herrn Professor von Martens und Dr. Collin in Berlin, Herrn Dr. Langenbeck in Strassburg und Herrn Professor Krümmel in Kiel, wie Herrn Professor Brandt und Haas hierselbst. Bei der Einsicht und Anfertigung von Karten fand ich das liebenswürdigste Entgegenkommen seitens des Kartendepots der Kaiserlichen Werft zu Kiel.

Die Abbildungen entstammen grösstentheils, soweit es sich um Photographieen handelt, den in Apia ansässigen Photographen Davis und Andrews. Je eine verdanke ich auch Herrn Oberstabsarzt Dr. Kleffel und Dr. Reinecke. Die Namen sind bei den einzelnen Bildern aufgeführt. Die Zeichnungen habe ich selbst an Ort und Stelle angefertigt und war mir der Maler Herr Fürst bei deren Fertigstellung für den Druck behülflich.

Der Verlagsbuchhandlung bin ich für die schöne Ausstattung des Büchleins besonders zu Dank verpflichtet.

Die berücksichtigte Literatur, auf die ich öfters Bezug nehmen musste, ist in einem besonderen Verzeichniss am Schlusse aufgeführt. Zahlreiche Angaben finden sich indessen auch im Text verstreut. Die Zahlen in Klammern nehmen Bezug auf die Nummern des Verzeichnisses.

Die floristische Untersuchung Samoa's hat in den letzten zwei Jahren durch den Botaniker Dr. Reinecke aus Breslau eine äusserst erfolgreiche Förderung erfahren; es würde mir eine Genugthuung sein, wenn ich in oceanologisch-faunistischer Hinsicht ein Scherflein beizutragen und weiteren Forschungen daselbst dienlich zu sein vermöchte, damit Samoa mehr und mehr auch in wissenschaftlicher Hinsicht die ihm gebührende Stelle im tropischen Theil der Südsee einnimmt, die ihm seine günstige geographische Lage und namentlich auch der deutsche Handel längst gesichert hat.

*) Eine Begründung an anderer Stelle muss vorbehalten bleiben.

Nachtrag zur Vorrede.

Eben im Begriffe die Arbeit dem Drucke zu übergeben, erhalte ich unerwarteterweise einen Brief aus der Hand des liebenswürdigen englischen Gelehrten John Murray, welcher Aufschluss bringt über den Ausfall der in den folgenden Zeilen des öfteren erwähnten Südsee-Expeditionen von Prof. Sollas und Alexander Agassiz. Leider ist in beiden Fällen das Hauptziel nicht erreicht worden, und es ist dies um so bedauerlicher, als dieses Resultat geeignet ist einen Rückschlag in der Korallenforschung zu bewirken. Es erhellt daraus, mit welchen Schwierigkeiten solche Forschungen verknüpft sind und dass Erfahrung, Zeit, Ausdauer, Glück und — ausgiebige Unterstützung zusammen stehen müssen, um einen Erfolg zu sichern. Zweifellos worden die Untersuchungen von Professor Sollas trotzdem eine Menge des Neuen bringen, wie aus folgendem dem Brief beigelegten Zeitungsausschnitt hervorgeht:

> Letters have been received from Prof. Sollas, by the Chairman and Secretary of the Coral Reef Boring Committee of the Royal Society, which show that, so far as the main object of the expedition is concerned, the effort has been an almost complete failure. When the party had landed on Funafuti from the Penguin, they selected the most promising site, as it appeared, for a bore-hole. The apparatus was landed and set up, and a bore-hole carried down to a depth of about 65 feet, when further progress became impossible, for material like a quicksand was struck which choked the bore-hole. Very little solid coral rock was pierced. To pass over the steps then taken, it may be enough at present to say that another attempt was ultimately made nearer to the edge of the island, where there appeared some hope of finding more solid coral rock. This boring was carried down to 72 feet, and then similar difficulties prevented further progress. The material struck was a kind of quicksand containing "boulders" of coral. As fast as the sand was got out, fresh matorial poured in, and the water pumped down the tube, with a view of cleaning it, actually flowed out into the surrounding bed, while the coral boulders made it impossible to drive the tubes through the quicksand. So far as the reef was pierced it appeared to be not solid coral, but more like a "vast coarse sponge of coral with wide intersticos, either empty or sand-filled". It is very unfortunate that the efforts of the Royal Society, and the liberal aid of the Admiralty and of friends and authorities in Sydney, should be so ill-rewarded; still, though the expedition has failed in its main object, it has met with great success in all tho others. Large collections have been made: Messrs. Gardiner and Hedley have thoroughly investigated the fauna and flora, both land and marine, of the atoll. Dr. Collingwood has obtained information of ethnical interest, and Captain Field a series of soundings, both within and without the atoll, which Prof. Sollas states are more complote than have yet been obtained, and must greatly modify our views as to the nature of coral reefs. Of all those matters it would be premature to speak,

till Prof. Sollas has returned and been able to give fuller particulars, and Captain Field has reported to the Admiralty.

Es geht aus diesen Worten jetzt schon zweierlei hervor, nämlich dass der anstehende Rifffels keine compacte Masse ist, wie betont, und dass er nicht sehr weit in die Tiefe reicht; ferner dass der Untergrund sandig erscheint, sedimentär, wie es Murray annahm und es auch in den folgenden Zeilen ausgesprochen ist. Man darf auf die näheren Berichte zweifellos gespannt sein!

Kiel, am 1. October 1896.

Dr. Krämer.

Einige Erklärungen.

A. H. = Annalen der Hydrographie.

P. G. M. = Petermann's geographische Mittheilungen.

cc = cubikcentimeter.

cbm = cubikmeter.

qm = Quadratmeter.

1 Seemeile = 1852 m.

10 Fuss = 3 m.

Aussprache des Samoanischen:
(Accent gewöhnlich auf der vorletzten Silbe.)

ma'i = mahi (h unhörbar).

mai = maï.

tagi = tangi (wie in singen).

Die Zahlen im Text verweisen auf das Literaturverzeichniss.

Inhalt.

I. Einleitung.

Zum leichteren Verständniss der Arbeit sei einiges über Samoa vorausgeschickt. Es sind diese Inseln weit länger unerforscht geblieben als die nahen Viti- und Tonga-Inseln und das weiter entferntere Tahiti, Hawai und Neu-Seeland, da Cook Samoa niemals berührt hat und die französische Expedition unter dem unglücklichen Lapérouse (1787) die Stätte rasch wieder verliess, nachdem ein selbstverschuldeter Streit mit den Samoanern auf Tutuila den Tod von 11 Leuten, worunter der Kapitän der „Astrolabe“ de Langle und der Naturforscher und Arzt de Lamanon, zur Folge gehabt hatte. Dieses Unglück bewirkte, dass dieses Land fernerhin gemieden wurde, als ob seine Bewohner die blutgierigsten Menschenfresser wären. Wohl wurde es noch zweimal bald darauf angelaufen, von dem Kriegsschiff „Pandora“ Kommandant Edwards im Jahre 1791 und von Kotzebue 1824; aber der Besuch war beide Male nur ein so kurzer, dass nichts erspriessliches geleistet werden konnte. Selbst als die englischen Missionare im Jahre 1830 einen glücklichen Versuch gemacht hatten, das Christenthum daselbst auszubreiten, dauerte es doch noch eine geraume Zeit, bis die alte Furcht geschwunden war. Ein 10 tägiger Besuch des französischen Südpolfahrers Dumont d'Urville im Jahre 1838 leitete die neue Aera ein, die im folgenden Jahre mit der „United States Exploring Expedition“ unter Wilkes für Samoa begann. Obwohl nur einen Monat, vom 7. Oktober bis 10. November 1839 anwesend, hat doch dieser Kommandant eine fliegende Vermessung nahezu des ganzen Archipels vollendet, welche, obwohl mit vielen Ungenauigkeiten namentlich betreffs der Korallenriffe behaftet (wie bei der kurzen Zeit nicht anders möglich), doch heute noch im Grossen und Ganzen gültig und erst in den letzten Jahrzehnten durch genaue Vermessungen namentlich seitens der deutschen Kriegsschiffe theilweise ergänzt und berichtigt worden ist. Dumont d'Urville wurde von Hombron und Jaquinot begleitet und Wilkes von Peale und Pickering, ausserdem aber von dem erst jüngst verstorbenen Nestor der amerikanischen Geologen, Dana. Dieses Mannes weltbekanntes Buch „Corals and Coral Islands“ (3c) war in direkter Folge Darwin's epochemachendem Werk „On the structure and distribution of Coral Reefs“ gefolgt, welch letzterer 1831—36 an Bord H.M.S. „Beagle“ als Naturforscher Tahiti besucht und auf dem Keeling-Atoll im Indischen Ocean seine Studien über die Korallenriffe voll-

endet hatte. Dana hatte schon im Jahre 1839 in Sydney einige Notizen über die Darwin'sche Theorie geleson nnd war desshalh in der Lage, noch während seiner Reise diese Theorie prüfen zu können. Sein Buch ist für diese Arheit desshalh von hesonderer Bedeutung, zumal da darin oft der samoanischen Riffe Erwähnung gethan wird. In dem „Geological Report of the Wilkes exploring Expedition" (1849) hat er zuerst seine Erfahrungen über den Bau der Korallenriffe niedergelegt und die geologischen Verhältnisse Samoa's einer eingehenden Besprechung unterzogen. Seit dieser Zeit ist ausser den Arbeiten Graeffe's im Journal des Museum Godeffroy (Hoft 1 und Hoft 6), welche namentlich topographisch viel Neues brachten, nichts hesonderes hinsichtlich der samoanischen Riffe veröffentlicht worden. Einige Daten brachten indessen doch die Arheiten von Hoffmann (25 d) und die zahlreichen kleineren Berichte der Kommandanten, welche in den Annalen der Hydrographie verzeichnet stehen. (Näheres siehe bei Langenheck (42).) Erwähnt sei anch hier, dass Studer an Bord der „Gazelle" einige Zeit in Apia geweilt hat.

Man sieht, die Literatnr hetreffs Samoa ist recht spärlich. Mit der Landfauna steht es nicht viel hesser. Auch hier stehen die Berichte der erwähnten Expeditionen ohen an, inshesondere die der Wilkes-Expedition, welche heute noch allen Arheiten über Samoa als Grundlage dienen. Späterhin hahen die Abhandlungen des Museum Godeffroy viel neues gehracht, weniger allerdings speciell für Samoa, als für die ganze Südsee. Insbesondere ist unter diesen die Bearbeitung der Fische von Günther zu erwähnen und die Arbeiten Graeffe's.

Ueber die Vögel Samoa's handelt das 1867 erschienene Buch von Finsch und Hartlaub „Die Vögel Centralpolynesiens", dessen Angaben in dem erst jüngst erschienenen „Catalogue of hirds of the British Museum" vervollständigt sind. „Einige ornithologische Notizen aus Samoa" (Ornithologische Monatsberichte Mai 1896) habe ich jüngst in Bezug auf einige biologische Beobachtungen veröffentlicht.

Auch in Bezug auf Landesheschreihung und Ethnologie giebt es wenig zusammenfassendes und gründliches. Am besten ist hier das Buch des Missionars Turner „Samoa a hundred year's ago and long hefore" (London 1884), abgesehen natürlich von den kompilatorischen Arheiten (Meinicke's Inseln des Stillen Oceans, 2. Band, Jung, der Welttheil Australien u. s. w.). Interessant für den Kenner sind aher hesonders dio erwähnten Reiseherichte und ein Buch des Konsul Pritchard vom Jahre 1851 „Polynesian Reminiscences" (aus neuerer Zeit Churchward „My consulate in Samoa".)

Um einigermaassen vollständig zu sein, will ich nnr noch der Arheiten Bastian's üher die samoanische Mythologie gedenken, und der zahlreichen Aufzeichnungen des Generalkonsuls Stübel, welche in den Abhandlungen des ethnographischen Museums zn Berlin erscheinen.

Es wäre ungerecht, wenn ich nicht auch noch die unzähligen kleineren und grösseren Veröffentlichungen dor englischen und französischen Missionare erwähnen wollte, insbesondere die wichtigoren Arheiten des Sammlers Whitmee und der Linguisten Pratt und Violette, welche indessen, abgesehen von den

Sprachbüchern der beiden letzteren, so in Zeitschriften u. s. w. zerstreut sind, dass sie nur äusserst schwer beschafft werden können.

Wer endlich sich dafür interessirt, was für schöne Zeiten man an Bord S.M. Kriegsschiffe in Samoa verleben kann, dem sei das Buch des Kontreadmiral a. D. von Werner „Ein deutsches Kriegsschiff in der Südsee“ angelegentlichst empfohlen, nicht minder die letzten Zeilen von Ehlers „Samoa, die Perle der Südsee“.

Es wird eine dankbare Aufgabe sein, wenn auch eine sehr schwierige und mühevolle, all dieses zerstreute Material zu sichten und durch eingehende Studien zu vervollständigen. Nur noch weniger Jahrzehnte bedarf es und die Südsee ist nicht mehr jenes eigenartige Gebiet, abgeschlossen von der Welt und der Civilisation, ein stilles Paradies. Heute wird Apia schon monatlich von mindestens 4 Dampfern angelaufen, die Eingeborenen sind alle Christen und täglich schwindet die Originalität mehr und mehr dahin. Noch heute sind die grossen Fragen über die Abstammung und Verbreitung der Polynesier so gut wie ungelöst; wohl leben noch in Samoa Greise aus der vorchristlichen Zeit, welche wenigstens noch einigen Aufschluss zu geben vermögen, wenn es auch scheint, dass der Zeitpunkt auch hier schon verpasst ist.

Nicht viel besser steht es mit der Fauna und Flora, und dabei sind diese Inseln Arbeitsplätze, wie man sie selten in den Tropen findet, gesund, mässig warm, schön, gefahrlos und dabei noch reich an Nahrung, Lustbarkeiten und Vergnügen. — Nur selten rührte sich hier und da eine Hand! — —

Wenn einst der letzte Hauch aus den alten Zeiten geschwunden sein wird und die jetzige Zeit wird kein besseres Erbe hinterlassen haben als zerstreute, zum Theil sich widersprechende Berichte, dann müssen wir zufrieden sein, wenn unsere Söhne sagen werden, dass wir nur lässig gewesen sind.

II. Kurzer Ueberblick über die Riffbautheorien und die diesbezügliche Literatur.

(Ueber die Vor-Darwin'sche Zeit siehe Böttger, Geschichtliche Darstellung unserer Kenntnisse und Meinungen von den Korallenbauten. Dissert. Leipzig 1890.)

Seit Darwin seine Rifftheorie aufgestellt hat, welche darin gipfelt, dass ein Strandriff durch allmälige „säkulare" Senkung des Landes zu einem Barrieren-Riff und schliesslich zum Atoll wird, kurzum dass diese 3 Hauptriffformen nur verschiedene Stadien in der Entwicklungsreihe seien und seit diese Theorie von dem berühmten amerikanischen Geologen und Zoologen Dana gutgeheissen worden ist, hat man trotz vieler gewichtiger Einwürfe doch vielfach daran festgehalten. Darwin hatte 1836 seine Weltumsegelung beendet. Aber erst 1842 erschien sein Buch „On the structure and distribution of Coral Reefs" und es ist interessant zu erfahren, dass er seine Theorie teleologisch ausgedacht hatte, ehe er ein Atoll zu Gesicht bekam. In einem interessanten Fragment seiner Autobiographie schreibt er: „Kein anderes meiner Werke wurde in so einem deduktiven Sinne begonnen, wie dieses; denn die ganze Theorie wurde an der Westküste von Südamerika ausgedacht, ehe ich noch ein wahres Korallenriff gesehen hatte. Ich hatte daher nur meine Ansichten zu verificiren und auszudehnen durch eine sorgsame Untersuchung der lebenden Riffe." Ausser Dana, welcher, wie schon in der Einleitung erwähnt, zufällig in Sydney im Jahre 1839 von der Darwin'schen Theorie las und dieselbe sofort zu seiner eigenen machte, gewann der junge Naturforscher im Jahre 1837 kurz nach seiner Rückkehr seinen Lehrer Lyell für sich, als er diesem die Ergebnisse seiner Studien vortrug. Obwohl dieser Mann wenige Jahre zuvor (1832) in seinen „Principles of Geology" der Entstehung der Atolle auf submarinen Kratern ein ausführliches Wort gewidmet hatte, soll er doch bei dem schlichten Vortrag seines Schülers so überwältigt gewesen sein, dass er im Zimmer auf- und abtanzte. Auch der Professor Jukes, welcher sich an Bord des englischen Kriegsschiffes „Fly" von 1842—46 während der Vermessung des grossen australischen Barrierenriffes aufhielt, erklärte, dass ihm die Senkungstheorie sehr angemessen für die Bildung der Riffe erscheine. Kein Wunder, dass es 3 Jahrzehnte dauerte, bis gewichtige Gegenstimmen laut wurden.

Darwin war vom 15. bis 26. November 1832 in Tahiti gewesen und vom 1. bis 12. April 1833 auf dem Keeling-Atoll; ausserdem hielt er sich noch vom 29. April bis 9. Mai desselben Jahres in Mauritius auf. Es bedurfte seines Geistes, um in solch' kurzer Zeit eine Theorie zu formen und zu begründen, die heute noch ihren Standpunkt trotz harter Angriffe behauptet. Dana hatte mit der Wilkes-Expedition die Paumutu-, Gilbert-, Phönix-, Samoa-, Viti-Inseln u. s. w. besucht und hatte Gelegenheit, beim Vermessen viel einschlägiges zu hören und zu erfahren. Darwin und Dana erkannten, dass das Leben der riffbildenden Korallen in einer verhältnissmässig geringen Tiefe aufhöre, während Reinhold Forster ungefähr einhalb Jahrhundert früher angenommen hatte, dass die Atolle aus den unendlichen Tiefen des Oceans heraufwüchsen oder Krönungen submariner Krater oder Sedimentbänke seien. Das begrenzte Tiefenwachsthum und die steilen Böschungen, sowie die Tiefe und merkwürdige Form vieler Atolllagunen und Barrieren-Riffkanäle begründeten im wesentlichen die Darwin-Dana'sche Senkungstheorie. Allerdings nimmt Dana an, dass durchaus nicht alle Atolle und Barrieren-Riffe im Senkungszustande beharren, sondern stationär geworden seien oder gar sich jetzt im Hebungszustande befänden. Umgekehrt will er nicht alle Gebiete, wo Strandriffe oder gar keine Riffe vorhanden sind, und welche Darwin in Ermangelung tiefer Kanäle für stationär oder gar sich hebend hält, als stationäre gelten lassen, sondern meint, dass auch diese sich im Senkungszustand befinden könnten. Da in Samoa alle Riffformen vorkommen, auch für Hebungs- und Senkungsgebiete Anhaltspunkte genügend vorliegen, sowie Zeichen recenter vulkanischer Thätigkeit vorhanden sind, so dürften diese Inseln für die Beurtheilung und das Studium der Riffarten von hervorragendem Interesse sein, zumal da Anordnung und Lage der Riffformen mit den von Semper beschriebenen Palau-Inseln in gewissen Beziehungen übereinstimmt. Semper war der erste, welcher (1868) gewichtige Einsprüche gegen die Darwin'sche Theorie erhob, nachdem er sich längere Zeit auf genannten Inseln aufgehalten hatte. Von seinen Beobachtungen wird noch des öfteren hier die Rede sein.

Zwei Jahre später berichtete Rein im gleichen Sinne von den Bermudas, da er nirgend Senkungen, sondern Hebungen dieser Inseln fand.

Ebenso urtheilte der Graf von Pourtalès und bald darauf Alexander Agassiz über die Floridariffe.

Sie alle hatten indessen im wesentlichen keine neuen Theorieen aufgestellt, sondern nur berichtet, dass ihre Beobachtungen sich mit der Senkungshypothese nicht vertrügen.

Erst John Murray, der bekannte Herausgeber des Challengerwerkes, nahm an, dass, wenn submarine Plateaus und Krater in nicht zu grosser Tiefe gelegen seien, dieselben durch die Kalkablagerungen der Globigerinenschalen, Muscheln u. s. w. bis in den Bereich der riffbildenden Korallen aufwachsen, wo diese alsdann den Aufbau der Riffe bis zur Meeresoberfläche übernehmen. Er wies zugleich nach, dass dieser „organische Regen“ in grösseren Tiefen den Meeresboden nicht beeinflussen könne, da die feinen Kalkschalen der Globigerinen daselbst durch das kohlensäurereiche Meerwasser aufgelöst werden, und erklärte daraus die steile Böschung der Atolle. Die Lagune entstehe durch die Vorliebe

der Korallen, dem freien Meere zuzuwachsen, während sie nach innen zu abstürben und durch das Meereswasser aufgelöst und abgeführt würden. Ebenso sollen die Barrierenriffe entstehen. Wenn nun auch letztere Ansichten nicht zutreffen dürften, so steht doch die Bildung der Globigerinenbänke ausser Zweifel, da neben anderen früher entdeckten (vergl. Guppy, Sempers Sinopornsfelsen u. s. w.) in den letzten Jahren solche von über 100 m Mächtigkeit auf Eua in den Tonga-Inseln (von Lister) nachgewiesen worden sind, wovon noch weiter unten die Rede sein wird. Da nach Darwin, gemäss seinen Schlüssen, Barriere-Riffe und Atolle sinkendes Gebiet, Strandriffe dagegen stationäres oder gar sich hebendes Land anzeigen, so sind nach Murray vor allem die Viti-Inseln ein Gegenbeweis, da hier alle 3 Riffformen neben einander vorkommen.

Ein Erweiterer der Murray'schen Theorie erstand in Guppy, welcher 1882—84 auf den Salomons-Inseln ausgiebige Studien gemacht hatte, und dabei zu dem absurden Schluss gekommen war, dass Atolle sich nur auf hebendem Gebiete bilden könnten. Der Darwin-Dana'schen Theorie steht heute die von Murray-Guppy gegenüber; beide kämpfen um den Vorrang, ohne unanfechtbare Beweise für ihre Richtigkeit aufbringen zu können.

Langenbeck unternahm es 1890, indem er sich auf Sues' Werk „Das Antlitz der Erde", auf Neumayr's „Erdgeschichte" und auf Supan's „Lehrbuch der physischen Erdkunde" stützte, die Senkungstheorie wieder zu Ehren zu bringen. In einem fleissigen Buche von 190 Seiten „Die Theorieen über die Entstehung der Koralleninseln und Korallenriffe" bespricht er die ganze Literatur (bis 1890); mit Sues spricht er von nicht nachweisbaren Senkungen und Hebungen als „positiven und negativen Bewegungen" und endet am Schlusse der Einleitung betreffend die Sues'sche Meeresniveauschwankungstheorie: „Für die Darwin'sche Theorie ist es ja im Grunde gleichgültig, ob man eine Senkung des Festen oder ein Anschwellen des Meeres annimmt".

Auch Heilprin hatte 1889 in seinem Buche „The Bermnda Islands" der Senkungstheorie das Wort geredet und ihm pflichtet in allerjüngster Zeit Krümmel bei Besprechung der neuesten Arbeit von Agassiz bei. Wenn man sich nochmals ins Gedächtniss zurückruft, dass der erst jüngst verstorbene Dana bis zu seinem Lebensende über 50 Jahre lang seinen Ansichten und Erfahrungen treu geblieben ist, so wird man es nicht für überflüssig finden, Erfahrungen geltend zu machen, welche gegen Darwin's Theorie sprechen. Unter den neueren Autoren haben sich Wharton, Saville Kent und von Lendenfeld gleichfalls für Darwin bekannt. Saville Kent's grosses Werk über das grosse australische Barrierenriff steht in Beziehung auf seine Abbildnngen der Rifffauna unerreicht da. Besonders gelungen sind die Photographien der lebenden Korallenpolypen und des Riffes bei Ebbe. Leider fehlen indessen Abbildungen der Riffkante nahezu gänzlich. Kent erklärt die grossen Einlässe im australischen Barrierenriff durch die Süsswasserströme Australiens entstanden, welche vor der Senkung hier gemündet haben sollen. Da die Fauna und Flora Australiens, Neu-Guineas und Neu-Seelands so nahe verwandt ist, benützt er diese Thatsache zu folgendem Schlusse: „Da die genannte Thatsache vertrauenswerth und wahr ist, so ist der Aufbau des grossen australischen

Barrierenriffes unter Bedingungen von Senkung und im Einklang mit der ursprünglichen Hypothese Darwin's bewiesen".

Man sieht, die Zahl der Darwin'schen Anhänger ist nicht zu unterschätzen. Die der Gegner ist allerdings auch nicht gering. Da waren in letzter Zeit Bourne, Irvine, Ross, Hickson, welche sich Murray anschlossen mit dem Vorbehalt, dass ihnen die Entstehung der Atolllagunen durch Auflösung der todten Korallen im Seewasser nicht wahrscheinlich dünke.

Vor allem ist es aber Alexander Agassiz, seit Dana's Tod wohl der erste Riffkenner, welcher auf seinen zahlreichen Besuchen der Riffe von Westindien und Hawaii die Unzulänglichkeit der Darwin'schen Theorie erkannte und ausführte.

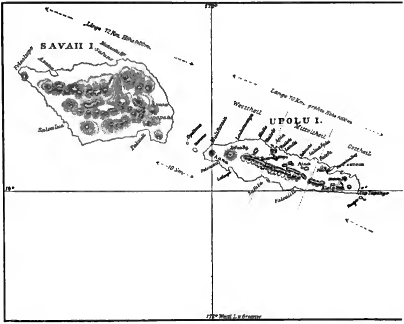
In den Jahren 1877, 1878, 1879 und ferner 1890 führte Agassiz zahlreiche Dredschzüge auf dem „Blake" aus, 1891 operirte er an Bord des „Albatross" an der Westküste von Mexiko, Central-Amerika und bei den Galapagos-Inseln und 1893 endlich an Bord der Dampfyacht „Wild Duck". Letztgenannte Kreuztour wurde benutzt zu einer eingehenden Untersuchung der Bahama-Riffe; die Ergebnisse sind in einem umfangreichen Buche von 203 Seiten und 47 Tafeln und Bildern „A reconnaissance of the Bahamas and of the elevated reefs of Cuba" *) niedergelegt, in welchem der neueren Literatur über Riffbildung einige Worte geweiht sind. Wenn man weiterhin in Betracht zieht, dass Agassiz die Sandwichinseln besucht hat, um Dana's Angaben über die daselbst stattgefundenen Bohrungen einer Prüfung zu unterziehen, dass er 1894 die Bermuda-Inseln besuchte, um Heilprin erfolgreich entgegentreten zu können, und dass derselbe Mann in allerletzter Zeit endlich sich zu einer neuen Fahrt nach Australien gerüstet hat, um sich über Saville Kent's Angaben betreffend die Entstehung des grossen Barrierenriffes an Ort und Stelle ein Urtheil zu bilden und womöglich auch die Inseln des stillen Oceans zu besuchen, so wird man zugestehen müssen, dass Urtheile und Ergebnisse, welche auf Grund solch' eingehender Studien gemacht sind, eine besondere Berücksichtigung verdienen.

Agassiz ist ein entschiedener Gegner der Senkungstheorie, wenn auch seine Gegengründe vorsichtig ruhig und frei von Streitsucht vorgebracht werden. So sagt er Seite 177 der Reconnaissance of the Bahamas: „In der That, was ich bei den Untersuchungen der Korallenriffe in Westindien gefunden habe, zeigt, dass, wo immer Korallenriffe vorkommen und von welcher Form, dieselben nur eine verhältnissmässig dünne Schicht auf der unterliegenden Basis bilden, und von keiner grossen Dicke sind." Eine eingehende Besprechung erfährt hier fernerhin besonders, was über die geologischen Riffe bekannt ist. Es wird betont, dass Richthofen's und Mojsisovics' Ansicht, dass der alpine Schlerndolomit eine Korallenriffbildung sei, durch die Arbeiten von Gümpel und Miss Ogilvie widerlegt wurde. Die letzten Zweifel sind aber durch die Arbeit von Rothpletz (Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894)

*) Die wissenschaftlichen Ergebnisse sämmtlicher Reisen von Agassiz sind in den durch ihn berühmt gewordenen Bulletins of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Cambridge, Massachusets erschienen, woselbst die einzelnen Bände bezw. Abhandlungen käuflich zu haben sind.

zerstreut worden, welcher nachweist, dass dieser Dolomit eine sedimentäre, marine Bildung ist, während nur den Raibler-Schichten ein grösserer Reichthum an Korallen zukommt, welche aber hier als „wahre Korallenwesen“ nur in geringer Mächtigkeit auftreten.

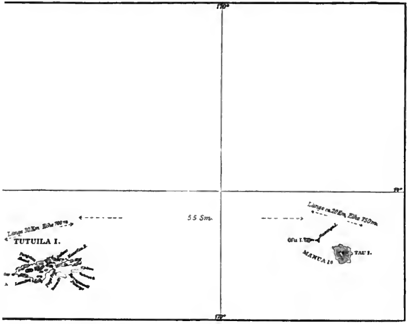
Noch bleiben einige gewichtige Stimmen zu erwähnen, welche sich in den letzten Jahren gegen die Senkungstheorie erhoben haben. Vor allem ist es der ausgezeichnete englische Geologe Sir Archibald Geikie, welcher wiederholentlich die Frage erörterte und am Ende seiner Ausführung im Textbook of Geology (S. 492) sein Urtheil dahin zusammenfasst: „Dass die weitverbreitete oceanische Senkung, welche Darwin's Theorie fordert, nicht durch Korallenriffe



bewiesen werden kann, muss jetzt, denke ich, zugegeben werden. Das Zusammenvorkommen von Strand- und Barrierenriffen und von Atollen in derselben Nachbarschaft, mit Beweisen von andauernder Ruhe des Bodens oder selbst mit Beweisen von Hebung, ebenso die aufeinanderfolgenden Stadien, wobei ein wahres Atoll ohne Senkung gebildet werden kann, ist in der Westindischen Region so klar bewiesen worden, dass wir die Möglichkeit zugehen müssen, dass dieselbe Bildungsart in allen Korallenmeeren vorkommt. Gleichfalls muss jedoch zugegeben werden, dass die nothwendigen Bedingungen für die Bildung von Barrierenriffen und Atollen manchmal durch Senkung geschaffen werden können. Solange, als passender Boden für Korallenwachsthum vorhanden ist, ist es gleichgültig, ob dieser durch Hebung oder Senkung geschaffen worden ist. Dass Senkung in einigen Fällen vorgekommen ist, scheint durch die Tiefe einiger Atolllagunen bewiesen zu werden — 40 Faden — wenn nicht angenommen werden muss, dass diese Tiefe durch Auflösung des See-

wassers entstanden ist und nicht durch die fortschreitende Vertiefung während der Senkung, mit welcher das Aufwärtswachsthum des Riffes Schritt halten müsste." Man sieht, dass Geikie, wenn er auch abweisend sich verhält, doch nicht schroff ist; aus dem Ganzen dringt die Ueberzeugung des Geologen hervor, dass eine allgemeine Senkung nicht durch Korallenriffe bewiesen werden kann; freilich sieht man auch das grosse Räthsel der tiefen Atolllagunen eine Unsicherheit herbeiführen, die den Anhängern Darwin's willkommen sein wird.

Lister spricht sich entschiedener in dieser Hinsicht aus und da seine Beobachtungen während eines längeren Aufenthaltes auf den Samoa so nahe



gelegenen Tonga-Inseln gemacht sind, so sind sie für diese Arbeit von besonderem Werthe, wie überhaupt die ganze Abhandlung viel des neuen und interessanten bietet. Er fand auf Eua Kalkfelsen von nahezu 100 m Mächtigkeit, in welchen Murray 15—20 Arten Globigerinen nachzuweisen vermochte, daneben gehobene Korallenriffe, deren Profile er mittheilt. Das flache Inselmeer giebt ihm ferner Anlass, die Darwin'sche Theorie zu leugnen und er bemerkt (45 S. 611) treffend: „Es ist interessant, dass sowohl in Vavau als auf Eua die Riffe, welche während Zwischenräumen in der Erhebung gebildet worden sind, in einigen Fällen Atoll- oder Barrierenform angenommen haben."

Endlich will ich noch Sluiter's Arbeit (40) hier erwähnen, welche allein schon dadurch Beachtung verdient, da sie von Bohrungen durch die Korallenriffe auf Java berichtet. Diese, behufs Brunnenanlage und Hafenbau ausgeführt, haben zwar gemäss der Art der Riffe und des Landes keinen Gegenbeweis, jedoch Auf-

schlüsse über den Untergrund gebracht. Man fand nämlich das 300 m breite Strandriff in der Brandewijns baai bei Padang nicht auf einem Andesitfelsen lagernd, wie erwartet wurde, sondern in 11 m Tiefe auf Thon und mehrere Meter in diesen eingesunken. Aehnlich fand man auf einer Insel Onrust (1875) das 20 m mächtige Riff 9 m im Schlamm stecken. Die übrigen Beobachtungen Sluiter's in der Bucht von Batavia und am Krakatau deuten darauf hin, dass die auf untergesunkenen Bimssteinstücken angesiedelten Korallen der Anfang eines Korallenriffes sein können, und dass dazu nicht in allen Fällen ein Felsen als Untergrund nothwendig erscheint. Betreffend die Riffgenese sagt Sluiter: „Diejenigen Naturforscher, welche in den Tropen die Korallenriffe genauer beobachtet haben, müssen wohl allmälig zur Ueberzeugung gelangen, dass, wie genial, einfach und anregend auch die ältere Darwin'sche Theorie sei, diese einerseits in vielen Fällen ganz und gar nicht mit den beobachteten Fakten in Einklang zu bringen ist und andererseits auch die Annahme der grossen Senkungen, wie sie die Darwin'sche Theorie annimmt, zur Erklärung der eigentlichen Gestalt der Riffe sehr wohl enthehrt werden kann." Diese Angaben von Sluiter betreffs des Korallenwachsthums auf weichem Grunde bestätigte Ortmann in der Beschreibung der Riffe von Dar es Salam (48). Wesentlich auf demselben Standpunkte steht Walther (31 a u. b), welcher die lebenden und fossilen Korallenriffe der Sinaihalbinsel und späterhin der Palkstrasse bei Ceylon untersuchte und dessen Untersuchungen ich einigemale zu erörtern Gelegenheit haben werde. Beide stehen auf einem mässig anti-darwinistischen Standpunkt, ersterer nimmt sogar Hebung für die Bildung der Riffkante an.

Da Walther der Bildung der Korallenriffe im Hinblick auf die Tektonik des nahen Küstengebirges besonders gedenkt, so habe ich seine diesbezüglichen Worte im Abschnitt VI, 6, besonders erwähnt.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so finden wir im Darwin-Dana'schen Gefolge Jukes, Couthony, Lyell, Heilprin, Krümmel, Suess, Supan, Langenbeck, Neumayr, von Lendenfeld, Wharton, Saville Kent u. s. w., während im feindlichen Lager sich Semper, Rein, Agassiz, Pourtales, Murray, Guppy, Bourne, Irvine, Ross, Hickson, Geikie, Sluiter, Lister, Sollas, Ortmann, Walther u. s. w. befinden.

Wie schon oben erwähnt, hat unter diesen nur Murray neue zusammenfassende Gesichtspunkte aufgestellt, auf Grund der wissenschaftlichen Resultate der Challenger-Expedition, Gesichtspunkte, welche wohl auch unter dem Namen der Murray'schen oder mit Berücksichtigung von Guppy der Murray-Guppyschen Theorie zusammengefasst worden sind. Dies geschieht wohl mit Unrecht, denn die Sätze beider Forscher gleichen sich nur darin, dass sie die Darwin'sche Theorie verwerfen und indem Guppy das Vorkommen des Globigerinenkalks bestätigte. Zur Uebersicht lasse ich die Sätze folgen:

I. Murray. (21a).

„Es wurde gezeigt

1. dass Untergrund für die Barrierenriffe und Atolle geschaffen worden ist durch die Verwitterung vulkanischer Inseln und den Aufbau submariner

Vulkane durch Niederschläge von organischen und andern Sedimenten auf ihren Gipfeln;

2. dass die Hauptnahrung der Korallen besteht in dem reichen pelagischen Leben der tropischen Regionen und die ausgedehnte lösende Aktion des Meerwassers wird gezeigt durch die Entfernung von Kalkschalen von diesen Oberflächenorganismen in allen grösseren Tiefen der Oceane;
3. dass, wenn die Korallen von submarinen Bänken aufwachsen, sie eine Atollform annehmen, indem nach aussen hin ein grösserer Reichthum an pelagischem Leben vorwaltet und nach innen hin der abgestorbene Korallenfels durch Ströme und durch die lösende Aktion der Kohlensäure im Meerwasser entfernt wird;
4. dass Barrierenriffe vom Ufer aus gebaut haben auf einem Grund von vulkanischen Trümmern oder auf einem „talus“ von Korallenblöcken, Korallensediment und pelagischen Schalen und die Lagunenkanäle werden im selben Sinne gebildet wie eine Atolllagune;
5. dass es nicht nöthig ist, die Senkung zu Hülfe zu nehmen, um irgend eine der charakteristischen Formen der Barrierenriffe und Atolle zu erklären und dass alle diese Formen ebenso sich bilden, ob langsame Hebung oder langsame Senkung vorhanden ist.

II. Guppy (24 a).

1. Riffe erscheinen durch Wachsthum bis ungefähr zur Meeresoberfläche oder durch Hebung;
2. die vielen detaschirten Korallenbänke sind nicht im Stande, sich ohne Hülfe von Hebung innerhalb der starken Brandung zu erheben. Zurückgehalten in Tiefen zwischen 5—10 Faden, entweder geschützt oder ungeschützt, bilden sie flache Bänke von keiner bedeutenden Grösse;
3. Atolle von geringer Grösse (d. h. ungefähr 1 Meile) nehmen ihre Form erst an, wenn sie die Oberfläche erreicht haben. Eine kleine flache Bank kommt durch Hebung zur oder über die Oberfläche. Seitlich wachsen die Flügel an in Gestalt eines Hufeisens, indem durch die Oberflächenströme und die Brandung diese Form entsteht;
4. die grösseren Atolle haben zweifellos ihre Form unter der Oberfläche angenommen;
5. die wahre Riffkante ist der Abfall gegen die See zu, welcher zwischen 4—5 und 12—18 Faden schwankt. Wo die Böschung mehr als 10—12° ist, was meist der Fall ist, wird der Sand und Kies in die den Korallen unschädliche Tiefe hinausgetragen. Wenn die Böschung weniger als 5° ist, dann liegt der Sand innerhalb der Zone der riffbildenden Korallen und belästigt also diese, wodurch Barrierenriffkanäle entstehen. Bei verschiedenen Barrieren hintereinander kommt Hebung in Frage;
6. Riffbildende Korallen sind nicht an 30—40 m gebunden. Sie können unter günstigen Bedingungen bis 100 m gedeihen und so kann man die grossen Tiefen der Lagunen erklären;
7. Riffe wachsen auf ihrem eigenen Talus.

Die Widerlegung einzelner von Murray und Guppy ausgesprochener Thesen soll in den nächsten Abschnitten versucht werden. Um die Hauptresultate meiner Untersuchungen vorweg zu nehmen, so soll bewiesen werden, dass die Korallenriffe auf stationären Gebieten ihre typischen Gestalten erlangen, indem die tektonischen Landverhältnisse hierfür maassgebend sind, dass die Nahrung der See zu eine ärmere ist als im Hafen und innerhalb der Riffe, und dass aus diesem Grunde und wegen der Brandung das Wachsthum der Riffe seewärts ein schlechteres ist als in den Häfen und Kanälen. Hier erfolgt die Regulirung durch andere Verhältnisse, welche jedem Riffe ein bestimmtes Gepräge verleihen. Der Entstehung der Atolle werde ich, von denselben Gesichtspunkten geleitet, ein besonderes Kapitel widmen.

III. Topographie, Meteorologie und Geologie der Inseln.

1. Topographie.

Die Samoainseln liegen zwischen $13^1/_2$ und $14^1/_2{}^0$ Südbreite und zwischen 168 und 173° westlicher Länge von Greenwich. Sie bilden eine Inselreihe, welche von NNW nach OSO zieht und aus 5 Theilen besteht: Savai'i, Upolu, Tutuila, Manu'a und Rose-Atoll. Sie nehmen von Westen nach Osten an Höhe und Grösse ab. Das ganze Gebiet beträgt 2787 □km, wovon 1707 allein auf Savai'i entfallen. Ganz aus vulkanischem Gestein bestehend, sind diese Inseln vom Strande bis zu den höchsten Bergspitzen (ca. 1600 m) mit üppigem Grün bedeckt, so dass sie vom Meere aus einen überaus lieblichen Anblick gewähren. Es sollen hier nur allgemein orientirende Notizen gegeben werden. Wegen speziellerer Angaben sei verwiesen auf die Arbeiten Graeffe's, auf Meinecke's „Inseln des Stillen Oceans" und Turner's Samoa, ferner auf den geologischen Theil und die örtliche Riffverbreitung.

a. Savai'i, die westlichste der Inseln, ist die grösste und zugleich die höchste, indem die Berge sich im Innern bis zu 1600 m über die Meeresfläche erheben. Das Land pflegt nahezu überall vom Meere aus direkt mässig stark anzusteigen, so dass der Küstensaum meist nur schmal ist und wenig Raum für Anpflanzungen bietet. Eine besondere Ausnahme macht nur die als fruchtbar gepriesene Ostseite, welche sich Upolu zuwendet und auch ein grösseres Küstenriff besitzt, während die 3 übrigen Seiten der Korallenriffe nahezu ganz entbehren. Diese Ostgegend, Fa'asaleleanga genannt, ist die Heimath der Malietoafamilie, welche zur Zeit den Königsthron inne hat. Hier landete dereinst der englische Missionar Williams mit Tahiti'schen Lehrern im Jahre 1830 und durch den dort ansässigen Malietoa Tavita gelang es ihm bald, das Christenthum auszubreiten.

Das Innere von Savai'i ist von mehreren parallelen Gebirgsrücken durchzogen und ist wegen seiner Wasserarmuth nur schwierig zu besuchen. Verschiedene Kraterseen sind in ungefähr 1000 m Höhe vorhanden, vor allen der Mataulanu im Süden und der Lepaengā im Norden, welche Dr. Reinecke im Jahre 1894 besucht hat. Grosse Höhlen und Schlackengänge finden sich bei Matautu und bei Safotulafai, wie an vielen andern Plätzen. Die Nordküste mit seinem grossen Schlackenfeld und dem jungen Krater des Mua findet sich im geologischen Theil näher beschrieben.

Savai'i ist durch einen 10 Seemeilen breiten und gegen 100 m tiefen Kanal von Upolu getrennt, in welchem die interessante Kraterinsel Apolima und die Insel Manono gelegen ist. Während aber erstere mitten zwischen den beiden grossen Inseln isolirt liegt, ist Manono nur ein abgetrenntes Stück von Upolu und auch in dessen grosses Aanariff eingeschlossen. Apolima ragt als die Spitze eines steilen Vulkans aus dem Wasser hervor. Der Kraterrand fällt von Süden nach Norden langsam ab und ist hier eingebrochen, so dass das Meer den Krater ausfüllt. Einige 100 m nach Norden hin ragt ein Felsblock aus dem Wasser hervor, als ob er der fehlende Theil des Randes wäre. Contre-Admiral a. D. von Werner segelte mit der „Ariadne“ zwischen diesem Felsen und Apolima hindurch, um den Manonoleuten den Glauben an ihre uneinnehmbare Feste zu nehmen. Im Krater ist ein Dorf mit einem Süsswasserbrunnen. Da die Pforte im Krater jedoch durch ein Korallenriff verschlossen ist, welches nur einen engen Kanal besitzt, so hängt die Heimkehr der Bewohner sehr von Wind, See und Gezeit ab und ist nicht gar selten unmöglich. In geologischer Hinsicht bildet Apolima ein Caldera mit einem Barranco.



Der Krater der Insel Apolima mit seinem Barranco. Blick aus dem Krater gegen Savai'i zu nach NW. Davisphot.

Anders Manono. Die stark bevölkerte Insel, welche lange Zeit um die Hegemonie im Archipele stritt, ist, da sie im Strandriffe von West-Upolu eingeschlossen ist, leicht zugänglich. Sie stellt einen niederen Kegel dar und ist

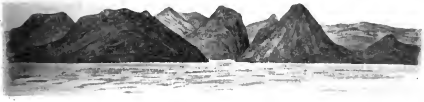
über und über mit Cocospalmen bestanden. Die Manonolente gelten nicht allein für vornehm, sondern auch für schön und heute noch sagt man in Tonga von einem hübschen Mädchen als höchstes Lob: Sie ist schön wie ein Mädchen von Manono. Westlich von Manono liegt nahe ein einzelner Fels, welchen einige Cocospalmen zieren, Nulopa genannt.

b. Upolu ist die Hauptinsel, mit dem Mittelpunkte Apia inmitten der Nordküste, wo der König Malietoa residirt und die deutsche Handels- und Plantagengesellschaft der Südseeinseln zu Hamburg ihren Sitz hat. Beschaut man sich von Bord eines mitten im Apiahafen liegenden Schiffes aus die schöne Landschaft,



Tofua Singaele Lautoo Le Pua Maungafiamoe

Das Westende Upolu's aus Süden gesehen.



Malataberg Eingang zur Fangaloabucht Faoberg

Nordküste Upolu's (im Osten der Insel).



I. Nuulua Kraterinsel Nuutele Cap Tapanga I. Namua Krater Olemanga I. Fanuatapu

Ostende von Upolu mit seinen 4 Inseln (aus Norden gesehen).

so sieht man fern im Westen an klaren Abenden das hohe Savai'i blau verschwommen sich über die Halbinsel Mulinu'u erheben. Ferne im Osten sieht man das flache Aana langsam ansteigen, überragt von dem gegen 600 m hohen Kegel des Tofua. Auf dem langsam steigenden Kamm gewahrt man fernerhin ostwärts neben vielen kleineren die Krater des Singaele, des tiefer liegenden Lanoatata und Laloanea und dann den höhergelegenen langgestreckten Krater des Lanuto'o, in welchem ein lieblicher See einsam liegt. Es folgen durch den 350 m hohen Apiaherg im Vordergrunde verdeckt die Krater des Maungafiamoe, dann links vom Apiaherg der Tiavi, der isolirte Le Pua und dann der höchste 1000 m hohe Fa'alata, vor den letzten drei die tiefen Schluchten, durch welche

der romantische Vaisinganofluss über zahlreiche grössere und kleinere Felswände herabstürzend im kühlenden Schatten der immergrünen Wälder dem Meere zueilt.

Vom Fa'alata ab fällt der Kamm, gespickt mit zahlreichen kleinen Krater-Erhebungen langsam nach Osten hin ins Atuagebiet ab. Die Küstenberge von Vailele und Luatuanu'u, überragt von dem mächtigen Berg des Saluafatahafens, begrenzen die Landschaft nach Sonnenaufgang. Wenn man denselben Weg im Hinblick auf die politische Eintheilung Upolu's macht, so gelangt man aus dem flachen fruchtbaren Aana im Westen, wo zur Zeit der junge Tamasese lebt, in das mittlere Gebiet der Tuamasanga, den Anhängern des Malietoa, um nach Osten hin in das Atua-Gebiet zu gelangen, dem Verbündeten Aana's, woselbst die uralte Tupua-Familie zu Hause ist, welcher Tamasese entstammt und auch Mataafa mütterlicherseits angehört. Das Ostende der Insel heisst Aleipata und gehört zu Atua. Der Kürze halber werden diese Distriktsnamen fernerhin öfters zur Ortsbezeichnung Anwendung finden.

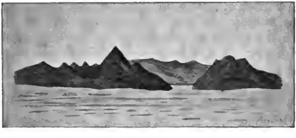
Upolu ist im Gegensatz zu dem rhombischen Savai'i langgestreckt und etwas niedriger. Die sanft abfallenden Gehänge bieten namentlich an der Nordküste treffliches Land zum Anbau von Pflanzungen. So liegt auf der grossen Aana-Ebene im Westen die Mulifanua-Pflanzung und ostwärts nahe am Apiaberg die Pflanzung Vaitele. Die Ebene zwischen dem Apiaberg und dem Küstenberg von Vailele nimmt die gleichgenannte Pflanzung ein. Eine weitere grosse Ebene zwischen Saluafata und Falefā in Atua ist noch unbebaut. Auch an der Südküste harren die Niederungen von Lefangā, Safata, Falealili und Salani noch der ausgiebigeren Benutzung. So ist Upolu nicht allein durch seine centrale Lage und seine Häfen, sondern auch durch den Werth seiner Ländereien zum Mittelpunkt der Samoa-Inseln von der Natur bestimmt.

Am Ostende Upolu's liegen vier kleine unbedeutende Inseln Fanuatapu, Namua, Nu'ulua und das Apolima ähnliche Nu'utele.

c. Tutuila, 40 Seemeilen von Upolu in östlicher Richtung entfernt, ist schroff und steil, wenig zugänglich, indessen früher namentlich von den amerikanischen Dampfern häufig besucht, da es den einzigen wirklichen Hafen im Archipele besitzt, welcher von der See vollkommen abgeschlossen ist, wesshalb die daselbst zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Planktonfänge ein besonderes Interesse verdienen. Im Südwesten ist die offene Bai von Leone, der Sitz eines englischen Missionars. Zwischen Leone und Pango-Pango (ungefähr in der Mitte der Südseite) dehnt sich die einzige grössere Niederung auf Tutuila aus, welche ihrer hügeligen Beschaffenheit halber eine Ebene nicht genannt werden kann. Dem Aussehen der Küste und des Landes nach gleicht sie einigermaassen der Niederung zwischen Safata und Falealili auf der Südseite Upolu's. Die Lavafelsen der niederen Steilküste sind durch die Passatbrandung stark zerfressen und man sieht hier grosse Höhlen und isolirte Felszacken, an denen der Gischt der Brecher in bedeutende Höhen hinaufspritzt und im Sonnenschein prächtige Bilder hervorzaubert. Die Unterminirung des Bodens durch die See ist besonders anschaulich in der genannten Leone-Bai, woselbst das Haus des Missionars auf einem weiten Gewölbe steht. Zahlreiche 2—4 m hohe und breite Gänge sieht man bei Niedrigwasser hier ins Land hineinziehen, bei Fluth sich füllend und dem einstürzenden

Wasser an einigen Stellen durch Ventile Austritt gewährend, so dass auf diese Weise ein Park mit intermittirenden Fontänen hier von der Natur angelegt ist. Hier ist das Gestein auch nicht solide Lava, sondern sedimentärer grauer und rostfarben gebänderter Tuff, welcher dem Einfluss des Wassers nur geringen Widerstand bietet.

Der Eingang zum Hafen von Pango-Pango ist leicht kenntlich durch zwei Berge, welche die Thorpfeiler bilden, der 700 m hohe schroffe spitze Matafao zur linken und der niedrigere, breite Peiva zur rechten. Steile Bergwände, mit üppigen Wäldern bedeckt, spiegeln sich hier in dem glatten Wasser des schuhförmigen $4^1/_2$ km langen Hafens, doppelt schön, wenn diese Wälder im Mai im üppigsten Blütenschmuck prangen und das ganze Thal von Vogelstimmen widerhallt.



Eingang zur Bucht von Pango-Pango.
Südküste von Tutuila.

An der Südoststrecke Tutuilas liegt die Insel Anuu, welche inmitten auf geringer Erhebung einen sumpfigen Krater trägt. Von Anuu aus zieht nach Westen hin bis Pango-Pango parallel mit der Küste Tutuilas ein sogenanntes gesunkenes Barrierenriff, welches weiter unten eine besondere Besprechung erfahren wird.

d. Manua, aus drei Inseln bestehend: Tau, Olosenga und Ofu, liegt 55 Seemeilen von Tutuila entfernt. Während Tau einen isolirten 700 m hohen schroffen Kegel bildet, welcher horizontale Lagerungen zeigt, ist Olosenga und Ofu ein nur durch eine geringe Vertiefung unterbrochener Höhenzug. Manua hat eine eigene Königin, welche unabhängig ist; Manuatele gilt in der samoanischen Sage als das zuerst entstandene und bevölkerte. Hier fand 1866 der submarine Ausbruch statt, von welchem weiter unten die Rede sein wird. Es ist wunderbar, dass die geologischen Schlüsse und die samoanische Ueberlieferung zugleich darauf hindeuten, dass diese Inseln zuerst entstanden sind.

e. Das Rose-Atoll (nach Freycinets Frau, Rose, 1819 so benannt), ist 72 Seemeilen von Tutuila entfernt, trägt auf dem Korallenring zwei kleine Inseln, eine davon mit hier angepflanzten Cocospalmen bewachsen, ca. $1^1/_2$ km lang, unbewohnt.

2. Meteorologie und Oceanologie.

Die Samoa-Inseln liegen im Bereiche des Südostpassates, welcher indessen nur von April bis November ständig zu wehen pflegt und trockenes Wetter mit sich führt, während zur übrigen Zeit häufiges Aussetzen beobachtet wird, abwechselnd mit nördlichen Winden, welche von Januar bis März nicht gar selten zu heftigen Stürmen und Orkanen ausarten. Diese Zeit, der Va i Palolo der

Samoaner, da die Regenzeit zugleich die Zeit der Essensfülle ist, wird eingeleitet durch das Erscheinen des Palolowurmes. Die trockene Zeit heisst Va i toelau, die „Passatzeit". Während dieser pflegt der Passat gewöhnlich Vormittags zwischen 8 und 10 Uhr nach einer kurzen Windstille einzusetzen, nachdem Nachts oft ein leichter ablandiger Wind geherrscht hat; dies gilt wenigstens von Apia, welches eigentlich, weil es an der Nordküste Upolus gelegen ist, ausserhalb des eigentlichen Südostpassates liegt. Aber der Wind wird an der Ostkante der Insel in zwei Theile geschnitten, welche längs der Insel von Osten nach Westen laufen. Auch kommt der Passat häufig mehr aus OSO oder gar aus östlicher und nördlicher Richtung. Mit dem Winde setzt auch ein Strom von Ost nach West, welcher an der Nordseite durch das vorspringende Sawaii abgelenkt, die Apolimastrasse von Norden nach Süden durchbricht, und an der Südküste Upolus sogar einen Gegenstrom erzeugt, wie die „Gazelle" beobachtete (auch „Falke" 1894). Eine besondere Stärke scheint übrigens der Passatstrom hier nicht zu haben, wenigstens für gewöhnlich nicht viel stärker als eine halbe Seemeile in der Stunde. („Bussard" fand 0,6 an der Südseite bei Falealili.) Dies hängt offenbar mit der geringen Passatstärke zusammen, welche hier selten 4 (nach der Beaufort'schen Scala) überschreitet, meist sich nur etwas über 3 hält*). Die Temperaturen des Seewassers sind: Februar 27° August 27°
Mai 28° November 27—28°.

Wichtiger und bedeutender als die Passatdrift sind an der samoanischen Küste die Ströme, welche durch die Gezeiten erzeugt werden. Die Höhe der Springfluth, soweit von einer solchen überhaupt gesprochen werden kann, ist zur Zeit der Aequinoktien (20.—22. März und 23.—26. September) ungefähr 1,3 m (Höhe der Gezeit). Der Zenithstand der Sonne tritt um den 30. October und 11. Februar ein. Die Hafenzeit ist ungefähr $6\frac{1}{2}$ Stunden, so dass das Niedrigwasser zur Zeit der Syzygien, also des Neu- und Vollmondes, ziemlich genau Mittags einzutreten pflegt und man um diese Zeit die Korallenriffe weithin in der Sonnengluth frei liegen sieht, während dieselben zur Zeit der Quadraturen (Nippzeit) kaum sichtbar werden. Meteorologische Beobachtungen werden seit vielen Jahren in Apia von dem dortigen Arzte Dr. Funk ausgeführt und der deutschen Seewarte in Hamburg mitgetheilt, welche sie in den „Ueberseeischen meteorologischen Beobachtungen" verwerthet. (Siehe auch A. H. Bd. 18 S. 195.) Dem kleinen Buche Dr. Funk's „Kurze Anleitung zum Verständniss der samoanischen Sprache nebst einem Anhange: Meteorologische Notizen" (Berlin 1893. Mittler) entnehme ich folgende Daten:

Durchschnittliche monatliche Beobachtungen.

	Temperatur C.	Barometerstand	Regenmenge in mm	Regenlage
April	25,4	758,4—764,8	315	20
Mai	26,2	765,4—760,1	156	13,5
Juni	25	760,1—766	187	14,2
Juli	24,7	758—767	89,2	10,1
August	23,9	761,7—766	152	13
September	25,6	758,3—766,4	147,9	17,5

*) Siehe Köppen, Windstärke auf dem Stillen Ocean, Annal. Hydrogr. 1895.

	Temperatur C.	Barometerstand	Regenmenge in mm	Regenlage
October	25,3	759,8 – 765,7	160,9	18,0
November	25,5	753,4 – 764,9	366,8	24,5
December	26,4	755,1 – 764,9	436,7	23
Januar	27	755,2 – 763,6	455	25,5
Februar	26,9	755,7 – 763,2	527	22
März	26,9	746,5 – 765,7	316	22
Jahresdurchschnitt	25,7	757 – 765,2 761,1	3419 mm	196,3

Die Amplitude der Temperatur während 24 Stnnden beträgt bis zu 10° C und darüber. Einmal heobachtete ich selbst im August 1894 an Land in Apia 17,5° C. An Bord ist die Amplitude der Wasserwärme halher weit geringer.

Betreffs der Insolation gehe ich eine kleine Untersuchungsreihe, welche der Steuermann Krautz für mich ausführte. Die Ursache dazn waren die stechenden Sonnenstrahlen, welche Vormittags nm 8 Uhr so empfindlich sind, se dass es schien, dass um diese Zeit wegen der geringeren relativen Fenchtigkeit der Atmosphäre die Insolation eine grössere sei. Das Resultat war negativ.

Datum	Schwarze Kugel a. m. 8 h.	Trockene Kugel a. m. 8 h.	Schwarze Kugel p. m. 4 h.	Trockene Kugel p. m. 4 h.	Ampl. a. m.	Ampl. p. m.
29. V. 95.	31,0°	27,5°	36,0°	27,7°	+ 3,5	+ 8,3
30. V.	31,0	25,5	37,0	28,0	+ 5,5	+ 9,0
31. V.	32,0	24,6	38,5	28,8	+ 7,4	+ 9,7
1. VI.	38,5	26,3	41,0	29,7	+ 11,2	+ 11,3
2. VI.	33,2	25,9	36,0	27,7	+ 7,3	+ 8,3
3. VI.	34,5	24,5	38,4	28,7	+ 10,0	+ 9,7
4. VI.	39,0	27,8	38,0	27,7	+ 11,2	+ 10,3
5. VI.	27,6	25,0	28,5	27,0	+ 2,6	+ 1,5
					+ 7,3	+ 8,4

Es erhellt, dass die Lufttemperatnr in Samoa im allgemeinen für ein tropisches Land eine verhältnissmässig geringe ist. Namentlich zur Trockenzeit ist dank der insularen Lage und dem beständig wehenden Passat die Hitze leicht erträglich, zumal da nahezn überall am Strande die Cocospalmen nnd inlands die Wälder erquickenden Schatten spenden. Samoa verdient desshalb dank diesen günstigen Bedingungen, dank dem liehenswürdigen Charakter und der Reinlichkeit seiner Eingeborenen, dank der üppigen Natur nnd dem Mangel an bösen Fiebern und gefährlichen Thieren unter den Ländern an erster Stelle genannt zu werden, welche einem Paradiese auf Erden, wenn es ein solches gäbe, verglichen werden könnten. Freilich die Seeleute denken anders und ans den folgenden Zeilen erhellt, dass sie ein gewisses Recht darauf haben.

Da Gezeiten und Stürme so ausserordentlich einflussreich auf die Gestaltung der Riffe wirken (was bei der Morphologie der Riffe näher zu besprechen sein wird), so will ich hier nicht versäumen, einige Daten zu geben, welche dem Ella'schen Berichte (siehe bei Erdbeben), den Annalen der Hydrographie und mündlichen Berichten an Ort nnd Stelle entnommen sind:

Von einer **Gezeitenwelle** im Gefolge des grossen Erdbebens zu Valdivia in Chile im Jahre 1837 berichtet die Wilkes-Expedition. Die Notizen entstammten einem Missionar im Pango-pangohafen. Daselbst stieg am 7. November 1837 um 2 h. 20′ p. m. das Wasser 2 Fuss über Springfluthmarke und fiel in 10 Minuten zu Niedrigwasser. In 5 Minuten stieg es wieder zur vorigen Höhe, um in 5 Minuten wieder eben so tief zurückzufallen. Dann stieg es plötzlich 5 Fuss über Springfluthmarke und fiel 2 h. 52′ wieder zu Niedrigwasser. Geringe Undulationen wurden noch 24 Stunden lang beobachtet.

Am 29. September 1849 9 h. a. m. fiel das Wasser plötzlich, so dass die Riffe 1/2 m hoch aus dem Wasser hervorragten; in 3 Minuten stieg das Wasser wieder zu halber Fluthhöhe (Ausschlag 5 Fuss). Fernerhin trat Fallen und Steigen ungefähr 3 mal in einer Stunde bis gegen Mittag auf.

Um 3 und 4 Uhr Nachmittags bei halb Ebbe stieg die See plötzlich wieder über die Hochwassermarke, überflutbete die Ufer und fiel dann langsam wieder. Aehnliche Beobachtungen zur selben Zeit auf Aneitum und Neu-Hebriden u. s. w.

Ferner wurde eine Gezeitenwelle im Jahre 1863 beobachtet, welche die Ufer überfluthete und Schaden anrichtete.

Von besonderer Bedeutung sind aber die **Stürme**, welche Samoa stetig heimzusuchen pflegen.

Das Minimum beginnt gewöhnlich nicht weit nördlich von Samoa und zieht, erst nach Westen ausbiegend, meist in einer Kurve nach Süden und Südosten.

Der Monat März ist für Samoa, Viti und Tonga der gefährlichste.

Vollständig verschont scheinen nur die Ellice-, Gilbert-, Marshallinseln, Karolinen und das Meer von Neu-Guinea zu sein.

Für **Samoa** seien folgende Daten hier gegeben:

1840	war ein Sturm.
Weihnachten 1848	Sturm an der Nordseite Upolus. Ein Samoahaus wurde abgerissen und in die Lüfte getragen.
4.—6. April 1850	Orkan mit kurzen Intervallen, während welcher der Regen in Strömen niederschoss. Viele Bäume wurden entwurzelt. Ein Missionshaus wurde abgedeckt und theilweise eingeblasen. Mehrere Todesfälle sollen vorgekommen sein. Im Hafen wurden 3 Schiffe auf's Riff getrieben, 1 strandete beim Verlassen des Hafens und ein zu Anker liegender Kutter wurde von der See einfach zugedeckt.
Januar 1865	hauptsächlich Apia betroffen und Manono verwüstet. Die deutsche Bark „Alster“ trieb auf's Riff, nur ein Mann wurde gerettet.
Januar 1870	grosse Stürme auf Tutuila. Upolu verschont.
März 1879.	Das Minimum des Sturmes ging nicht durch Apia. Schiffsverlust trat nicht ein.
März 1883	starker Sturm. Viele Häuser und Bäume auf Upolu zerstört, mehrere Schiffe gescheitert (10 Mann ertrunken).

Nur 6 Jahre waren vergangen, als jene denkwürdige Sturmzeit des März 1889 hereinbrach, welche noch in aller Gedächtniss fortlebt. Schon vom 9.-17.

Februar desselben Jahres hatte ein Cyclon die Nähe der Samoainseln passirt; ein zweiter folgte am 7. und 8. März. Sie hatten indess Samoa nicht direkt getroffen; erst vom 15.-23. desselben Monats datirt jene berüchtigte Zeit, während welcher 6 Kriegsschiffe und mehrere Handelsschiffe strandeten und verloren gingen. Dass zwei Stürme schon zuvor beobachtet waren, gab Veranlassung, das Minimum des 15. März als Regen anzeigend zu deuten.

Köppen schreibt darüber in den Annalen der Hydrographie (1892 S. 267):

„Obwohl als allgemeine Regel für die tropischen Orkane gelten kann, dass sie verhältnissmässig selten auftreten und ein und dasselbe Gebiet erst wieder nach einer längeren Pause heimsuchen, kommen doch bisweilen Ausnahmen von dieser Regel vor. In gewissen Jahren und Gegenden scheinen nämlich die Bedingungen für die Bildung der Orkane besonders günstig zu sein, so im Anfange des Jahres 1889 bei den Samoainseln, denn in der Umgebung derselben traten innerhalb eines Monats nicht weniger als 3 Orkane auf.“

Konsul Knappe schilderte jene Zeit in seinem Berichte an das Auswärtige Amt mit den Worten: „Während in früheren Jahren die Regenzeit bereits im November einzusetzen pflegte, hatten wir in diesem Jahre bis Ende Januar schönes Wetter.“

Es wird also hier ein ursächlicher Zusammenhang bekannt. Der Verlauf des Sturmes und der Katastrophe ist kurz folgender:

15. März früh 4 Uhr Barometer 749,4 mm.

6 h. Die deutschen Schiffe SMS. „Adler“, „Olga“ und „Eber“ Dampf auf (Mittags HMS. „Calliope“, Nachmittags die Amerikaner „Trenton“, „Vandalia“ und „Nipsic“).

12—4 h. p. m. allmäliges Abflauen des S-Windes bis zu Windstille.

4 h. p. m. Barometerstand 742 mm. Minimum.

5—6 h. NO-Wind, starke Dünung.

11 h. p. m. B. 749 mm, starke Böen.

16. März 12—4 h. a. m. Wind NNO-N. Windstärke 12, hohe, direkt in den Hafen einlaufende Seeen.

2 h. a. m. Deutsche Bark „Peter Godeffroy“ auf's Riff geworfen.

4 h. „Adler“ erreicht das Riff.

6 h. Barometer 746 mm. „Olga“ mit „Nipsic“ zusammengestossen. „Eber“ nach Bedrängung durch „Olga“ und „Nipsic“ und nach Verlust des Ruders auf's Riff getrieben, nach Steuerbord übergekantet und zerschmettert vor das östliche Mittelriff gesunken. „Adler“ durch „Olga“ bedrängt, da Auflaufen auf den Strand nicht mehr möglich, nach Schlippenlassen der Ankerketten auf das Mittelriff geworfen, wo er heute noch liegt, den Kiel der See, das Deck dem Lande zugekehrt.

Um dieselbe Zeit lief die „Nipsic“ auf den östlichen Sandstrand, nachdem sie „Olga“ und „Eber“ in harte Bedrängniss versetzt hatte. — Gegen 7 Uhr karambolirte die „Calliope“, welche den günstigsten Platz im Hafen inne hatte, mit der „Vandalia“, trieb dann auf die „Olga“ zu, ohne ihr indess verderblich zu werden. Dass es ihr gelang, kurz darauf mittelst ihrer guten Maschinen und

mittelst der Westportkohle, wie die Neuseeländer behaupten, aus dem Hafen zu gelangen, dankte sie indessen nicht zum mindesten, wenn nicht völlig, ihrem günstigen Ankerplatz. „Vandalia“ trieb der Ostseite zu, kam auch glücklich von den Riffen frei, sank aber bis zur Reeling, so dass die Mannschaft in die Takelage flüchten musste, wo sie während der folgenden Stunden schreckliche Qualen erdulden sollte, bis am Spätnachmittage die dicht daneben aufgetriebene „Trenton“ für einen grossen Theil Entsatz brachte. Viele von der „Vandalia“ ertranken bei dem Versuch, dem nur wenige Schritte entfernten Strande zuzuschwimmen; der Strom, welcher nach Schätzungen 15—20 Seemeilen in einer Stunde betragen haben soll, riss jedoch die Ringenden erbarmungslos fort und trug die durch die Seen Erstickten in die See hinaus. — Der Mittag des 16. war glücklich vorbei; alle Stösse hatte die „Olga“ glücklich ausgehalten und schien sicher vor 4 Ketten dampfend zu liegen. Da drehte sich der Wind nach Westen, so dass das letzte Schiff der Amerikaner, mit dem Admiral an Bord, die „Trenton“, direkt in Luv von ihr zu liegen kam. Mit gebrochenem Rudersteven und durch die See ausgeschlagenen Feuern trieb sie verderbenbringend gerade auf die „Olga“ zu, so dass diese sich nur durch Auflaufen auf den Strand retten konnte. Das Manöver gelang; die „Olga“ blieb das einzige Schiff, welches den Orkan im Hafen überstand und, wenn auch mit schweren Havarien, den Heimweg über die See anzutreten vermochte. — Als am 17. März Morgens der Wind allmälig nachgelassen hatte, gelang es auch, die Letzten des „Adler“ zu retten, welche Tags zuvor trotz des Opfermuthes der Samoaner nicht aus ihrer peinlichen Lage hatten befreit werden können. Obwohl im Kriege mit Deutschland, haben diese Eingeborenen durch Entfaltung solch' edler Gesinnung (mehrere büssten dabei das Leben ein) einen Theil ihres Unrechts wieder gut gemacht, das sie wenige Monate zuvor an deutschen Matrosen begangen hatten. Diese Wilden haben sich hierbei als „bessere Menschen“ gezeigt, als gewisse Vertreter civilisirter Nationen, die diese Kämpfe und Feindseligkeiten förderten und schürten.

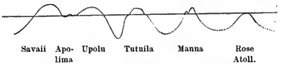
Das weisse Marmordenkmal in Mulinu'u, woselbst die Gefallenen und Gebliebenen in ewig grünem Garten schlafen, und das Wrack des „Adler“ auf dem Riffe mahnen stündlich daran, was die deutsche Marine für diese Inseln geopfert hat.

Fiat iustitia, pereat mundus!

3. Die Entstehung und Geologie der Samoa-Inseln.

Als gegen das Ende der Tertiärzeit eine gesteigerte vulkanische Thätigkeit die Erdoberfläche veränderte, indem allenthalben die Basalte, Trachyte und Phonolithe dem Erdinnern entströmten, sind, soweit zu schliessen, auch die Samoainseln entstanden. Es scheint im Norden und Süden dieser Inselgruppe damals eine starke Depression stattgefunden zu haben, welche mit heftigen Lavaergüssen aus hunderten von Kratern einherging. Der östliche Theil des Inselzuges scheint dabei zuerst entstanden zu sein, wenigstens ist hier die vulkanische Thätigkeit früher erloschen als im westlichen Theil, was aus der starken Verwitterung der Berge von Tutuila und des östlichen Upolu deutlich genug hervorgeht. Während nun aber das westliche Upolu und Savai'i bis in die letzten Jahrhunderte hinein

noch vulkanisch thätig war und sich hob, sank der östliche Theil allmälig ein, so dass von Mann'a nur noch 3 Bergspitzen über den Meeresspiegel hervorragen, während ein unterseeischer Berg 78 Seemeilen weiter ostwärts von dem Rose Atoll gekrönt wird. Es ist eine richtige Abnahme der Höhe und Grösse dieser Inselinie von Westen nach Osten zu bemerken, welche **Dana** in seinem Geological Report (3 h.) eingehend beschrieben hat. Ein Längsdurchschnitt durch die Inselreihe würde sich ungefähr folgendermaassen gestalten, wobei Höhen und Tiefen zur Veranschaulichung unverhältnissmässig grösser als die Längen angesetzt worden sind.



Durchschnitt durch die Samoainseln.
(Höhen und Tiefen sind im Verhältniss zu den Entfernungen zu gross angegeben.)

Dana hat nun neuerdings eine Depression des Meeresbodens in Abrede gestellt (siehe Characteristics of Volcanoes with contribution of facts and principles of the Hawaian Islands 1890). Er kam zu dem Schluss, dass, abgesehen von engbegrenzten Depressionen, ein ursächlicher Zusammenhang der Vulkane mit den Zonen grosser Tiefe nicht besteht. Er betrachtet vielmehr letztere als wahrscheinlich sehr alte Züge in der Gestaltung der Erdkruste, welche ihre Ursachen in Vorgängen tief im Innern der Erdkruste haben.

Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Worte von **Haas**, welche er in dem bekannten Werkchen „Aus der Sturm- und Drangperiode der Erde“ gebraucht. (S. 164.)

„Die Meere sind die Depressionsgebiete unseres Planeten, eingesunkene, oder theilweise vielleicht noch im Einsinken begriffene grosse Schollenkomplexe der Erdfeste, die Festländer dagegen die erhöhten Stellen derselben.“

An selber Stelle führt er weiterhin aus, dass „dort, wo die faltende Kraft ihre stärksten Wirkungen hervorgebracht hat, sich in erster Linie die Spalten in der Erdrinde finden werden, die Vorbedingungen für das Auftreten der Vulkane. Betrachten wir, um uns das recht zu veranschaulichen, eine Landkarte Südamerika's. An der Westküste dieses Continents ist ein gewaltiges Gebirge aufgeworfen, dessen Entstehung auf die vorerwähnten Ursachen zurückgeführt werden muss, ein Faltengebirge im vollen Sinne des Wortes, die Cordilleren. Hier verlaufen in nordsüdlicher Richtung mehrere grosse Bruchlinien, und hier hat vulkanische Thätigkeit auch die riesigen Feuerberge aufgebaut. Entsprechend dem steilen Abfall des Continents zeigt auch der Ocean an dieser Stelle der Erdoberfläche verhältnissmässig grosse Tiefen. Die Ostküste Südamerika's ist verhältnissmässig flach und das Meer, welches dieselbe bespült, nur seicht und wenig tief. Steile Bruchränder des Festlandes gegen den Ocean zu sind hier nur an verhältnissmässig wenigen Stellen vorhanden, die Depression der Erdfeste ist hier eine nur geringe, zur Bildung von Spalten ist's also nicht gekommen, und daher lässt sich auch der fast gänzliche Mangel an Feuerbergen auf dieser Seite des Continents leicht erklären. Nicht immer liegen die tektonischen Verhältnisse so klar und deutlich zu Tage, doch sind wir meist in der Lage, aus

einer Reihe anderer Umstände auf das Vorhandensein von Bruchstellen überall da zu schliessen, woselbst Vulkane vorhanden sind."

Dana vertrat ferner die Ansicht, dass die fjordartigen Bildungen, wie sie den Gambier- und Marquesasinseln, Borabora und Raiatea bei Tahiti, der östlichen Vitigruppe, Vanikoro u. s. w. eigen sind, eine stattgefundene Senkung anzeigen und da mehrere solcher fjordartiger Bildungen auch auf Samoa angetroffen werden (vor allem die Fangaloa-Bucht im östlichen Upolu und der Hafen von Pango-Pango auf Tutuila), so nahm er eine solche Senkung auch aus diesem Grunde für diese Gegend in Anspruch. In der That lassen sich die Samoa-Inseln in zwei Hälften theilen, welche durch deutliche Unterschiede gekennzeichnet sind. Die Trennungslinie geht senkrecht mitten durch Upolu, und liegt auf der Strecke Apia-Falefā, welche einen gewissen Uebergang bildet, indem hier auch 5 Küstenberge auftreten. Es macht fast den Eindruck, als ob hier eine Abknickung



V. Saluafata-berg. IV. Solosolo-berg. III. Luatuanuu-berg. II. Laulii-berg. I. Apia-berg.
Die 5 Küstenberge zwischen Apia und Falefā. (Nordküste Upolus) in der Höhe von Falefā vom Meere aus gesehen.

stattgefunden hätte, indem der stärker sinkende Osten von dem schwächer sich hebenden Westen abbrach. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Theilen sind folgende: Im Westen breites Land von fortlaufenden Gebirgskämmen durchzogen, welche in sanften Gehängen zum Meere abfallen und selten steile Schluchten bilden. Die flache Küste ist mit breiten Strandriffen besetzt, durch welche die Häfen gebildet werden (diese fehlen nur zum Theil Savai'i aus sogleich näher zu erörternden Gründen). Kahle Stellen ohne Baumwuchs als Zeichen junger vulkanischer Thätigkeit zahlreich vorhanden. Guterhaltene Krater häufig. Mangel an Flüssen. Im Osten schmales Land, fortlaufende Gebirgskämme seltener, die unregelmässig verlaufenden Berge meist schroff in's Meer abfallend und zwischen sich steile Schluchten bildend. Die Steilküste entbehrt nahezu ganz der Korallenriffe und die Häfen werden durch das Land gebildet. Kahle Stellen ohne Baumwuchs und guterhaltene Krater seltener. Flüsse zahlreich.

Ich glaube, dass diese Charakterisirung genügt, um die Unterschiede deutlich hervortreten zu lassen. Man wird sich kaum der Annahme verschliessen können, dass es sich hier um eine starke Senkung des Ostens handelt, was ja auch aus den grossen Meerestiefen zwischen Upolu, Tutuila, Manu'a und dem Rose-Atoll erhellt, während Savai'i und Upolu nur durch eine geringe Einsenkung von einander getrennt sind.

Diese Senkung des Meeresbodens, welche als Gegenreaction auftretend mit einer Erkaltung der Erdrinde in der posttertiären Zeit Hand in Hand ging, hat auch zweifellos die Brücken zerstört, welche Samoa mit den Ellice-, Gilbert-, Marshallinseln und Karolinen nach den Philippinen hin verband. Als vulkanische Centren blieben diese alle neben Tonga, Raratonga, Tahiti, Hawai'i u. s. w. stehen, während der Meeresboden zwischen ihnen in ungeheuerliche Tiefen versank. Dass alle diese Punkte bis Madagaskar hin eine so eng verwandte Fauna und Flora besitzen und von demselben Volksstamme mit einer Sprache bewohnt sind, legt die Annahme einer zeitweiligen wenn auch unvollkommenen Verbindung nahe. Es interessirt dies indessen hier nur soweit, als es zur Erklärung des Alters dieser Inseln und deren Fauna dient. Während also im Osten der Samoainseln



Dr. Reinecke phot.
Junge unverwitterte Schlackenlava von Savaii.

periodische intermittirende Senkungen eintraten, welche nunmehr längst zum Stillstand gekommen zu sein scheinen, dauerte im Westen die vulkanische Thätigkeit länger an und führte eine langsame geringe Hebung herbei. Vor allem betrifft dies die grösste Insel Savai'i, wo über einen grossen Theil des Nordabhanges noch völlig junge unverwitterte Lava zu Tage liegt. Die Samoaner nennen diese gefürchtete wasserlose Gesteinswüste 'o le mū, das Glühende, wie ihrer Sprache überhaupt auch der Ausdruck für „feuerspeiender Berg, maunga mū" nicht fremd ist. Pritchard giebt in seinem Buche „Polynesian Reminiscences" an, dass um die Mitte dieses Jahrhunderts alte Samoaner sich noch gut daran erinnert hätten, dass diese Fläche einst glühend gewesen sei. Man muss aber

bedenken, dass dieses Gestein heute noch wie ehemals unter den sengenden Strahlen der Sonne sich so erhitzt, dass es dem nackten Fusse der Eingeborenen wie glühend erscheinen muss. Herr Dr. Reinecke, welcher diese Stätte besuchte und photographirte, berichtet darüber folgendes (51):

„Der Busch hört vor dem Mū plötzlich auf. Vulkanischer, mit Verwitterungs- und Verwesungsproducten bedeckter basaltischer Boden, mit dichtem Wald bestanden, geht unvermittelt in ein fast geradlinig von der Küste aufsteigendes Trümmerfeld über, auf dem weitporöse, scharfrandige Lavablöcke wild übereinander gewürfelt liegen und aufgethürmt sind. Wendet man den Blick landeinwärts, so führt links die fast schnurgerade Waldlisière durch eine tiefe Einsenkung an kahlem Gebiet entlang und in den üppigen Busch, welcher von den östlichen Höhen herniedersteigt, über.“ „Tiefschwarze unter den Stiefeln und dem Stock metallisch tönende erhärtete Lavaströme stellen ein ausgezeichnetes Parkett dar, auf dem die Tropensonne ihre Kraft nicht nutzlos verschwendet und vorn gegen 11 Uhr bereits eine Temperatur von 82° C. bei 36° C. Lufttemperatur erzeugt hatte, so dass Gummisohlen förmlich zu kleben beginnen, sowie man nur einen Augenblick still steht, wie es z. B. eine photographische Aufnahme erfordert.“

Westwärts von dem Mū, welcher eine Höhe von 168 m erreicht, liegt jene Gegend ca. 100 m über dem Meere, zwischen den Orten Sataua und der Westspitze Falealupo, welche jene Korallenbildungen zeigt, von denen Reinecke schreibt:

„Die Korallenreste, welche hier ohne Zusammenhang aufzutreten scheinen, bestehen vorzugsweise aus grossen, flachen, an der Oberseite welligen oder warzigen Platten, bis 1 m im Durchmesser und 20 cm Dicke. Da sie früher gerade auf dem Wege aufgefallen waren, konnte man zunächst vermuthen, dass sie vielleicht hierher gebracht seien, um das Gehen zu erleichtern. Vielleicht hatten die siegreichen Tonganer einst die unterdrückten Samoaner gezwungen, auf diese Weise Strafdienste zu leisten und, wie an anderen Stellen der Inseln, auch hier einen bequemen Weg anzulegen. Sie hätten in diesem Falle allerdings das Baumaterial von Papa, einem kleinen Orte zwischen Sataua und Falealupo, oder von Sataua herbeischaffen müssen, denn bei Papa hört nach Westen zu das Auftreten der Korallen auf.

Diese Annahme verliert jedoch durch die Thatsache an Wahrscheinlichkeit, dass die Korallen nicht nur auf dem Wege selbst, sondern auch ganz allgemein in der Umgebung zerstreut vorhanden sind. Sie liegen vorzugsweise an der Oberfläche und sind von ausserordentlicher Festigkeit. Es hält äusserst schwer, mit einem Basaltstück etwas davon abzuschlagen.

Ebenso auffallend ist das Vorhandensein solcher Korallenreste an der Küste kurz vor Falealupo, wo sie auf dem Steinwalle in besonders grossen Exemplaren häufig sind.

Wenn man nun in Betracht zieht, dass auch über Falealupo sich ein Krater befindet, dessen Bildung und Umgebung auf eine recente Entstehung schliessen lässt, dass also voraussichtlich der letzte Ausbruch in ziemlich gleicher Weise oder gleichzeitig wie auf Westsavai'i (Ost?) stattfand und dort gewaltige Formenveränderungen hervorrief, und dass hier am Westende Korallen da auftreten, wo

in der Umgebung jetzt solche gänzlich fehlen, so dürfte die Vermuthung berechtigt sein, dass die Westspitze der Insel ihre Bildung einer Hebung verdankt."

In der That können nach dieser Beschreibung die Korallen nur auf zwei Weisen hierher gelangt sein; entweder durch Hebung des Landes oder durch einen submarinen Ausbruch. Gegen diesen spricht jedoch die grosse Entfernung des Weges vom Ufer und die Form der Korallenstücke, die Platten von 1 m Durchmesser, die wohl doch bei einem solch' weiten Transport durch die Luft und demgemäss Auffall zertrümmert worden wären*).

Für eine Hebung spricht ja auch die ganze Configuration des westlichen Savai'i, vor allem die Armuth an Korallenriffen, wie sie der gehobenen Insel Ngaur auf den Palauinseln eben auch eigenthümlich ist (s. IV. 3).

Eine solche Hebung erklärt ja für Savai'i leicht, warum es trotz seiner sanften Hänge so wenig von Riffen geschützt ist. Savai'i und Upolu krönen zusammen einen submarinen Berg, dessen Böschung ringsum sehr steil ist. Während nun das sanfte Gefäll von West-Upolu sich nordwärts unter dem Meeresspiegel fortsetzt und den Untergrund für das grosse Aanariff liefert (in einer Entfernung von 6 Seemeilen sind noch 60 m angegeben, aber in 9 Seemeilen schon circa 1500 m), setzt sich das sanfte Gefälle Savai'is nicht submarin fort; aus dem Meere gehoben, ist die Küste direct an den Rand des grossen Absturzes gerückt; eine grössere Strandriffbildung ist desshalb hier nicht möglich.

Der Einfluss dieser Hebung tritt auch in den Häfen Savai'is deutlich zu Tage. So sind die Buchten von Safune, Asaua im Norden und die von Palauli im Süden durch Verflachung vollständig zugewachsen, während dies bei den vielen Punkten Upolus (Apia, Saluafata, Falefā, Fangaloa, Falealili, Safata) nicht der Fall ist; nur die flache Bucht von Lefangā verhält sich daselbst ähnlich. Ein einziger Ankerplatz für grössere Schiffe findet sich auf Savai'i, die Rhede von Matautu im Nordosten der Insel bei Safune. Das flache Land bildet daselbst ein mässig breites Strandriff, in dessen Leeseite die Schiffe zu ankern pflegen. Besonderer Beliebtheit erfreut sich indessen dieser Platz bei den Seeleuten auch nicht, so dass das interessante Savai'i, woselbst die Samoaner ihre Sitten noch am reinsten bewahrt haben, von grösseren Schiffen nur selten und kurz besucht zu werden pflegt.

Ausser dem grossen Lavafeld 'o le mu sind in Savai'i noch viele Punkte, welche darauf hindeuten, dass die vulkanische Thätigkeit vor noch nicht allzulanger Zeit erloschen ist. Auch die Wasserarmuth deutet darauf hin. Denn obwohl diese Insel gross genug ist, um einen kräftigen Wasseram anzubilden, fehlen doch Flüsse und Bäche nahezu ganz, so dass das Innere schwierig zu besuchen ist. Ebenso steht es mit dem naheliegenden westlichen Upolu (die Pflanzung Mulifanua leidet sehr darunter), während bei Apia und weiter ostwärts zahlreiche Rinnsale dem Meere zueilen, welche zur Regenzeit zu mächtigen Giessbächen anschwellen. So liegt der Hauptreiz von Apia nicht allein in der wechsel-

*) Die dem mineralogischen Institute zu Breslau von Dr. Reinecke geschenkten Handstücke wurden mir von ersterem liebenswürdiger Weise übersandt. Ein Stück war als Heliastraea bestimmt (Salzgurkengrösse), das andere ein Scheibenstück von versintertem festem Kalk. Contactmetarmophose nicht vorhanden.

vollen Landschaft daselbst, sondern auch in den lieblichen Flussthälern, oder besser gesagt Schluchten, innerhalb welcher das Wasser zahlreiche Kaskaden bildet. Der Grund der Wasserarmuth Savaiʻi's liegt zweifellos in dem noch wenig verwitterten Boden. Die poröse Lava lässt das Wasser alles nach unten abfliessen, und nur ein sehr heftiger Regenfall vermag an günstigen Plätzen für wenige Stunden einen Wassersturz zu erzeugen. Höhlenbildungen sind desshalb im westlichen Theil Samoa's und vorzüglich auf Savaiʻi häufig. Die genannten baumlosen Plätze sind bei Apia indessen ziemlich häufig anzutreffen; so sind besonders hinter dem Vaileleberg weit hinauf im Gebirge zahlreiche Stellen, welche nur mit Farnen und niederem Gestrüpp bedeckt sind. Auch im hinteren Vaisinganothal, östlich vom grossen Wasserfall Afutápu, ist ein grosses, kahles Feld, von Steinen und Schlacken bedeckt. Dana giebt an, dass er am Wasserfall Tanungamanono bei Apia verkohltes Holz in Lava eingeschlossen gefunden habe. Dass dem Krater der höchsten Erhebung des Gebirgskammes hinter Apia, dem Faʻalata, zeitweise Dämpfe entsteigen sollen und dass in der Nähe der Fangaloabai und bei Solosolo warme Quellen seien, will ich nur als unwahrscheinlich erwähnen. Es wäre daran weiter auch ja nichts wunderbares im Hinblick darauf, dass in dem unter ähnlichen Bedingungen stehenden nahen Viti in der Savu-Savu-Bai auf Vanua-Levu warme Quellen vorkommen, ganz abgesehen von dem ebenso nahen Tonga, wo vulkanische Kräfte noch ausgiebig wirken. Die zahlreichen Erdbeben und der submarine Ausbruch im Jahre 1866 zu Manuʻa beweisen jedoch zur Genüge, dass Samoa auch noch nicht in das Stadium der Ruhe eingetreten ist. Dass dieser Ausbruch im östlichen Theile erfolgte, welcher ja doch als der ältere, gesunkene bezeichnet wurde, wird bei der Unberechenbarkeit der vulkanischen Ausbrüche nicht weiter verwundern. Es sei nur an den plötzlichen Ausbruch des völlig erloschenen Taraweraberges im Jahre 1886 in Neu-Seeland erinnert, welcher mitten zwischen zwei thätigen Vulkanen, dem Whakari-Island und dem Tongariro, gelegen ist. Obwohl von Hochstetter prophetischer Weise verkündet, konnte doch niemand wissen, dass durch solch' einen Ausbruch die herrliche Rosa- und Weisse Terrasse am Rotomahana zerstört werden würde.

Im übrigen scheint es auch für das östliche Samoa durchaus nicht unmöglich, dass es sich zur Zeit, wie nahezu alle Punkte der Südsee, im Stadium leichter sekundärer Hebung befindet, wie aus den folgenden Zeilen erhellt.

In der Vorrede zu seinem Dictionnaire Samoan-français giebt der Mariste Violette an, dass verschiedene stets befahrene Riffskanäle im Jahre 1878 plötzlich völlig unbenutzbar geworden seien, was nur durch Hebung entstanden sein könne. Der Ort ist leider nicht genannt.

Auf Nuʻutele, einer der 4 Inseln am Ostende Upolu's, und auf dem gegenüberliegenden Cap Tapanga wurden von Dana (3b.) Korallenstücke in Tuff eingebettet gesehen, die er auf einen submarinen Ausbruch zurückführte; mit wie viel Recht, kann ich nicht angeben, da ich diese Stellen nie betreten konnte.

Merkwürdig berührt es indessen, dass Dana*) eine Schilderung seines Reise-

*) Dana 3. c. S. 374. E. Samoa. Keine genügenden Zeichen von Hebung wurden auf diesen Inseln entdeckt. Das ist alles!

genossen Couthouy vollständig und wobl absicbtlich ignorirt hat, welche sicb auf zu Tage liegenden Korallenkalk auf Manu'a bezieht. Darwin gieht die Stelle Couthouy's folgendermaassen wieder (2. Seite 99):

„C. fand auf Manu'a viele und sebr grosse Korallenfragmente in der Höbe von 80 Fuss „„an einer steilen Hügelseite, eine halhe Meile inlands von einer sandigen Ebene ansteigend, welche viele marine Reste enthielt."" Die Fragmente waren eingebettet in eine Mischung von zersetzter Lava und Sand. Es ist nicbt angeführt, ob sie von Muschelschalen begleitet waren, oder oh die Korallen recente Formen sind; da die Reste eingehettet sind, können sie möglicberweise einer entfernten Zeitperiode angehören; aber icb nebme an, dass dies nicht die Meinung von Couthouy war."

Oh es sich um Hebung oder vulkanische Eruption handelt, muss hier leider gleichfalls offen bleiben.

Indessen soll auf Olosenga (Manu'a) eine Hochwassermarke 7 m über der jetzigen sein.

Wenn ich noch anführe, dass auf der Sanddüne des Rose-Atolls Hebungszeichen heobachtet sein sollen, so wird man sich fragen müssen, oh nicht der ganze Osttheil des samoanischen Archipels sich auch im Zustande recenter Hehung entweder localer oder allgemeiner Natur befindet.

Bei der Unsicberheit aller dieser Angahen vermeide icb es indessen absichtlicb, davon für die Korallenriffbildung Gehranch zu machen, zumal da ich genügend anderweitige Erklärungen für die Art des Aufbaues gefunden zu haben glaube. Es dürfte jedoch eine dankbare Aufgabe sein, diese Angahen üher Hehnng näber zn prüfen nnd nach weiteren Anzeichen zu forschen.

Wichtiger erscbeint mir für die Atollausführungen die Katastrophe von Manu'a wegen der Nähe des Rose Atolls und der Bildung submariner Krater von hesonderem Interesse, und so will ich nicbt versäumen, einen kurzen Ahriss der Schilderung eines Augenzeugen, des Missionars Turner zu geben, welcbe seiner Zeit im Sydney Morning Herald erschien (aucb Graeffe im Ausland 1867):

Am 7. Septemher 1866 fortdauernde Erdbehen (3—4 in einer Stunde). In der Nacht des 9. gegen 40 Stösse. Leicbtes Zittern und Dröbnen erschreckte alles; es hörte sicb wie unterirdiscbes Seufzen an. Am 12. Mittags sah man ziemlich mitten zwiscben den 5 Seemeilen von einander entfernten Inseln Olosenga und Tau die See in Bewegung. Es sah aus, als ob daselhst Brandnng wäre. Die Ausbrüche fanden ungefähr stündlich statt, nabmen während des 13. und 14. an Zabl zu und traten am 15. nahezu jede Minnte auf. Grosse Massen von Schlamm wurden viele 100 m hoch in die Lüfte geworfen und bildeten eine solche Wolke, dass die beiden Inseln dem gegenseitigen Anblick entzogen wurden. Das Geräusch des Aushruches und des Zusammentreffens aufsteigender und herabfallender Steine war schrecklich. Flüssiger Ohsidian gab in der Luft ein wunderhares Farhenspiel der Sonne. Flammen wurden nicht gesehen, nur sah man die Steine hei Nacht aufglühen. Die See war im Umkreis einer balhen Meile sebr erregt und zeigte sich weithin milchig getrübt (Schwefel). Eine grosse Anzahl Fiscbe und 3—4 m

lange Seeungebener, welche die Eingeborenen noch nie gesehen hatten, trieben auf Olosenga an's Land und verursachten durch Verwesung einen solchen Gestank (bei dem Schwefelgeruch und der Hitze besonders unerträglich), dass auf die Leeseite der Insel geflüchtet werden musste. Risse und heisse Quellen wurden nicht bemerkt, auch blieben die Süsswasserbrunnen unbeeinflusst. Nach 3 Tagen liessen die Ausbrüche allmälig nach, aber nach 2 Monaten waren doch noch 3—4 Eruptionen täglich, welche 10—20 m hohe Wasser- und Schlammsäulen auftbürmten. Erst am 29. November trat völlige Ruhe ein. Eine geringe Unruhe mit Erdbeben trat vom Januar bis März 1867 zeitweilig noch auf. H. M. S. „Falcon" traf bald darauf am Orte ein und lotete in 81 Faden Tiefe einen Kegel aus, welcher 40 Faden (70 m) hoch den umgebenden Meeresboden überragte." Im Jahre 1894 besuchte auch H.M.S. „Curacoa" Manu'a und bestätigte das Vorhandensein eines submarinen Kraters.

Was die Gesteine betrifft, aus denen sich die Samoainseln zusammensetzen, so scheint es sich durchweg um Basalt zu handeln.

Dana berichtet von Laven mit Chrysolith und Augit.

Graeffe nennt schwarze bis graue Tephrine und Basalte mit Augit; in Savai'i erbsengrosse Analcimkörner.

Die Gesteinsproben, welche ich mitbrachte, hatte Herr Professor Haas die Liebenswürdigkeit zu untersuchen und berichtete er mir folgendes:

„Es sind im Wesentlichen typische Plagioklasbasalte, theils dichter, theils blasiger und schlackiger Structur. Plagioklas, Augit und reichlicher Olivin, Magnetit und spärliche Apatitnadeln sind die wesentlichen das Gestein zusammensetzenden Mineralien. Eine Basis mit allerlei ausgeschiedenen Körnchen und Nädelchen drängt sich zwischen dieselben. Nur ein einziges der mir übergebenen Handstücke (Tanungamanono-Wasserfall, Vaisinganofluss bei Apia) weist diese Basis in sehr reichlichem Maasse auf, während dieselbe bei den übrigen Proben gegenüber den genannten Mineralien im Gesteinsteig sehr zurücktritt. In den Hohlräumen des Gesteins von Tanungamanono sind verschiedene Neubildungen von Mineralien (Zeolithe) zu beobachten, über welche, sowie über die ganze Suite noch eingehender berichtet werden wird."

4. Erdbeben.

Es bedarf noch der Erdbeben Erwähnung zu thun. Die Daten sind theilweise dem Berichte des Missionars Ella im Report of the 4. Meeting of the Australasian Society for advancement of Science (1892) entnommen:

Die Oscillationen sind meist schwach und kurz. Die seismische Welle ist selten vertical, meist horizontal. Richtung von NO und SW. (Das einzige, welches ich am 10. Juli 1894 Abends 7 Uhr beobachtete, schien dieselbe Richtung zu haben).

Dass die Erdbeben früher stärker waren als jetzt, ist allgemein überliefert. Der samoanischen Sage nach ist dem Erdbebengott Mafu'ie durch Ti'iti'i (den Maui aller Polynesier) im Kampf um das Feuer ein Arm gebrochen worden, so dass er jetzt nicht mehr so kräftig zu rütteln im Stande ist (s. Turner, Samoa

a hundred years ago and long before. London 1884.), Dies sagt man auch auf Niué und Tonga.

Ella nennt: 1850 vom 26. September bis 29. December 7 Stösse.

1861 am 22. Februar um 2 h. 45′ p. m. Doppelschlag, der zweite kräftiger,
„ 23. „ „ 2 h. 20′ a. m. heftiger Stoss.
„ „ „ „ 4 h. 15′ a. m. leichter Stoss u. s. w.

Die Stösse werden über alle Inseln verspürt. Vierzehntägiges Intervall zwischen 2 Stössen soll vorkommen.

Im September 1889 wurden einzelne heftige Stösse verspürt, die Unruhe unter der Bevölkerung verursachten. Das Zittern und Stossen dauerte 3 Minuten lang, Häuser und Bäume wankten. Die Ankerketten der Schiffe im Hafen kamen steif. Kleinere Stösse werden in jedem Jahre beobachtet. Ein heftigerer Stoss soll auch im December 1895 beobachtet worden sein.

Besonderer Notizen über Erdbeben auf anderen Inseln der Südsee bedarf es nicht; sie sind so allgemein verbreitet und häufig, dass dies bei der Unwichtigkeit dieser Erscheinung für diese Arbeit zu weit führen würde.

Ein grösseres fand im März 1875 auf Uvea in den Loyalitätsinseln statt, wobei viel Eigenthum und Leben verloren ging.

5. Zeichen vulkanischer Thätigkeit und Hebung an anderen Orten der Südsee nebst einigen Notizen über fossile Riffe und die Korallenkalke.

Wie das Vorkommen von Erdbeben, so sind auch Beobachtungen von Hebung von nahezu allen Theilen der Südsee berichtet; so von Süd-Amerika (Darwin), Süd-Australien, Neu-Guinea, Salomons-Inseln, Neu-Seeland, Tonga, Viti, Hawai'i u. s. w.

Es sei nur erinnert an die Berichte von Semper über die Palauinseln, Wallace und Finsch über Neu-Guinea, Schleinitz über Neu-Irland, Guppy über die Salomonisinseln, Chambreyon über Neu-Caledonien und Neu-Hebriden, Lister über Tonga, Hutton über Neu-Seeland. Näheres darüber bei Sues (38. II. Bd. S. 649—659). Betreffs Neu-Guinea auch Strehl „Negative Strandverschiebungen im Gebiete des südwestlichen Pacific, insbesondere auf Neu-Guinea“ (Zeitschr. für wiss. Geogr. Erg. Heft Nr. 3. 1890).

Alle diese Hebungen dürfen betreffs Korallenkalk als jung aufgefasst werden, wenigstens nicht älter als tertiär.

Die Höhen sind ungefähr (Korallenkalk):

Nordküste von Neu-Guinea nach Wallace 70—100 m,
an der Südostecke nach Moresby 30 m (Strehl giebt Höhen von 400 und 500 m [Hoch-Kei] an; Graf Pfeil 150 m P. G. M. 189 S. 220).
in Neu-Irland 10—20 m,
in Uvéa, Mare Lifu ca. 50 m,
Salomonsinseln, Santa Anna 140 m, Malapauina 20 m,
Eua (Globigerinenkalk) 325 m, Westterrasse (Riffbucht) 100 m,
Vavau 150 m,
Palau 100 m u. s. w.

Dana giebt Seite 382 seines Buches (3c) eine Tafel mit allen ihm bekannt gewordenen Erhebungen im Pacifischen Ocean; darunter sind verzeichnet:

Tahiti	1/2 m	Ellice ca.	2 m
Metia (Paumutu)	80 „	Sandwich	1—100 „
Maugaia (Hervey)	100 „	Gilbert	1—2 „
Plurutu „	50 „	Carolinen	20 „
Tongatabu	20 „	Ladronen	200 „
Savage Island	30 „	Loyalty I.	80 „

nebst zahlreichen kleineren Inseln; bestimmt ausgenommen ist eigentlich nur Samoa und das östliche Viti.

Man hat so bestimmt Hebungen über den ganzen pacifischen Ocean und vielfach recht ausgiebige beobachtet, dass man eigentlich schon aus diesem Grunde auch eine Hebung der Samoainseln anzunehmen berechtigt wäre. Dass Dana trotzdem die Senkungstheorie aufrecht erhält, muss eigentlich danach Wunder nehmen.

Zum Ueberfluss will ich hier noch des Falcon-Island gedenken, welches seiner recenten vulkanischen Thätigkeit halber in der Nähe Samoas sicherlich Interesse verdient.

Das englische Kriegsschiff „Falcon“ sah im Jahre 1867 als erstes im Tonga-Archipel nicht weit vom Vulkan Tofua eine Klippe dem Meere entragen, welche zu Ehren des Schiffes Falcon-Island getauft wurde. Zehn Jahre später sah H. M. S. „Sappho“ an derselben Stelle von einer flachen Bank Rauch aufsteigen. Im October 1885 wurde ein submariner Ausbruch an derselben Stelle beobachtet, welcher ziemlich gleichzeitig mit dem Ausbruch der grossen Terrasse am Rotomahaua-See in Neu-Seeland stattfand, ein Jahr vor dem folgenschweren Ausbruch des Tarawera. Ein französisches Kriegsschiff besuchte im Jahre 1887 die Stätte, und die Abmessung der durch die Eruption gebildeten Erhebung ergab 87 m. Captain Wharton (Nature 1890) an Bord H. M. S. „Egeria“ fand die Insel im October 1889 noch 153 Fuss hoch und über eine Seemeile (1850 m) lang, aus Asche bestehend und in rascher Abspülung begriffen. Ein Jahr später wurde sie (1890) von dem französischen Kriegsschiff „Duchaffault“ gesichtet und nur noch 25 Fuss hoch befunden.

Im Januar 1895 fand ich im „New-Zealand-Herald“ (Auckland) folgende Notiz:

„Da die Regierung hörte, dass Falcon-Island allmälig weggewaschen würde, sandte sie jüngst eine Expedition behufs Vermessung dorthin. Der officielle Bericht ist noch nicht veröffentlicht, aber man kann jetzt schon sagen, dass es scheint, dass eine neue Hebung jüngst stattgefunden hat, da die Insel auf einer Seite 50 Fuss (15 m) hoch geschätzt wurde, während der Kapitän Ross von der „Ysabel“ 3 Monate zuvor berichtet hatte, dass das Aussehen der Insel in einer kleinen Entfernung davon einer Linie von Felsen glich.“

Den officiellen Bericht habe ich nicht erlangen können. Er thut auch nicht noth. Das was ich zeigen will, dass Erhebungen auch in neuester Zeit sich bilden, ist ja damit bewiesen. (S. auch Pelorus Riff. A. H. 1888.)

An nnd für sich ist dies auch nicht wunderbar in einem Gebiet wie der Tonga-Arcbipel, eines der nocb thätigsten im pacifiscben Ocean; ich brauche nur auf die intermittirende Thätigkeit des Tofua hinzuweisen, ferner auf den Ausbrncb des Kao, auf die scbrecklichen Ausbrüche des Late im Jahro 1854, des Tokn und Amargura 1845—46, der Insel Niuafu 1853 nnd 1867 u. s. w.

Lister, welcher in demselhen Archipel die über 300 m betragenden Hehungen von Eua im Süden und die etwas geringeren von Vavau im Norden näher beschrieben bat, giebt folgende Vulkanlinie an:

Neu-Seeland	Tongariro (tbätig)
	Tarawera (Ausbruch 1886)
	Whakari I. (tbätig)
Kermadec-Inseln	Kirtis I.
	Macanlay-I.
	Sunday-I.
Tonga	Honga Tonga
	Falcon-I. (tbätig)
	Tofna "
	Kao "
	Metis ?
	Amargura (thätig)
Samoa	Savai'i

Dabei fehlt noch der Boscawen, ein isolirter grüner Vulkankogel zwiscben Tonga und Samoa, und viele andere Krater in unmittelharer Nacbbarscbaft. Verlängert man die 1800 Seemeilen lange Linie (Neu-Seeland his Samoa) um weitere 2000, so schneidet man auch noch Hawai'i.

Wenn solcb' eine Uebersicbt aucb nur topographisches Interesse besitzen mag, so glaubte ich sie wenigstens dor Merkwürdigkeit halher erwäbnen zu müssen.

Wie steht es nun mit dem übrigen gebobenen Korallenkalk auf der Erde? Rein (10 b. S. 91) fübrt die Aeusserungen eines Geologen, des Professors von Fritscb in Halle an, welcbe ich hier wiedergebe:

„Dana zäblt in seinem wiederholt citirten Werke über Korallen und Koralleninseln viele durch jungvulkanische Thätigkeit in der Südsee gebobene Riffe auf. Haben anch genauere Messungen ibrer Dicke hei den meisten nicbt stattgefunden, so erkennt man doch, dass dieselhen bei allen weit nnter 100 m, bei manchen sogar unter 6—7 m bleibt. Ebenso bleihen aber auch alle bekannten Korallenkalkmassen Europas und anderer untersuchten Gehiete weit hinter den Mächtigkeiten zurück, welcbe für die Koralleninseln gewöhnlich angenommen werden.

Ablagernngen, welcbe fast ausscbliesslich aus gesellig lehenden Korallen der Vorzeit besteben, kenne icb nur bis zu Mäcbtigkeiten, dio meist viel unter 100 m hleiben. Berücksichtigt sind:

1. Die Korallenbänke des Miocän, welche ich hei Plewna als sebr auffallende Stufe der Gehänge entwickelt fand, aber wobl nie auch nur 10 m mächtig sab. Auch die ebenfalls miocänen Korallenbänke von Sao Vincente auf Madeira erreichen kaum 20 m Mäcbtigkeit.

2. Die oligocänen Korallenkalke verschiedener Ahtheilungen dieser Formation z. B. im Vincentinischen werden als höchstens 20 m mächtig geschildert.

3. Die eocänen Korallenkalke am Südhange der Alpen sollen Bänke von nicht mehr als 25 m Stärke bilden. Die Gesammtmächtigkeit der Nummuliten-kalke anf Borneo und auch der analogen Bildungen von Sumatra bleibt nnter 100 m zurück, und doch bestehen nur einzelne Partien und Lagen oder Bänke aus wahrem Korallenkalk.

4. Kreidekorallen, die als Riffbildner zn gelten haben, häufen sich in verschiedenon Districten an. Ich erinnere an den Faxökalk, an einen Theil dos sogenannten Kalktuffs vom Petersberg bei Maestricht, an die Gosauschichten, und dio äquivalenten Korallenlager der Provence, an die von Toula und von mir heobachteten in den wahren Korallenbänken höchstens 20 m mächtigen, uryonisch-aptischen „Caprotinenkalke" am Nordabhang dos Balkan, an süd-französische Gebilde ähnlicher Art u. s. w.

5. Jurakorallen sind seit langer Zeit als riffbildende bekannt, besonders vom Malm. Aber weder Nattheim noch andere schwäbische und schweizer Orte, noch die lothringischen, noch die hannöverschen, noch die englischen Korallenkalke erreichen als solche grössere Mächtigkeiten als die jüngeren Formationen.

6. Triaskalke, namentlich der Dachsteinstufe zeigen sich zuweilen als Korallenkalko, indessen auch diese nachweishar hauptsächlich aus Anthozoenresten hestehenden Gebilde bleiben bei aller Mächtigkeit ihrer Bänke doch unter 30 m.

7. Ganz ähnlich ist es mit den aus Rugosen, Favositen n. s. w. gebildeten paläozoischen Korallenkalken, sowohl denen des Carbon als den devonischen und silnrischen. Die Korallenkalke der Eifel, jeue des Harzes, die von Gothland und die wir am Ardisithügel in Marocco fanden, erreichen keine 20 m Mächtigkeit. Bisweilen trifft man mehrere Bänke übereinander, dnrch schwache Zwischenlagen getrennt. Aber auch dann bleibt der Complex der Korallenkalke nnter 100 m."

v. Fritsch schliesst seine Betrachtungen mit folgenden Worten:

„Wie schwach der Grund ist, auf den hin die grosse Mächtigkeit der jetzigen Riffe erschlossen worden ist, die Berechnung nach den Böschungen der Inseln, die das Grundgelage der Riffe bilden, hat ja auch Dana angedeutet, doch muss dies wohl noch stärker betont werden. So machen es namentlich die Gambiorinseln mit ihren verschiedenen Gipfeln doch wohl sehr wahrscheinlich, dass das alte Grundgehirge noch untermeerische Gipfel hat.

An Senkungen im pacifischen Gebiet glanbe ich, nnr nicht an so mächtige Korallenbauten, als man gewöhnlich angieht. Und noch weniger glaube ich, dass die Südtiroler dolomite Riffe, weil man ja nicht einmal die riffebildenden Korallen näher kennt. Dass dort Korallen in der Triaszeit (mehr vereinzelt) gewachsen sind, ist ja nachgewiesen."

v. Fritsch spielt hier am Schlnsse auf die Dolomitenkalke an, welche in neuerer Zeit zu solch heftigon Fehden Veranlassung gegehen haben. Ich hahe der neueren Arheiten über diese schon bei Besprechung der Arheiten von Agassiz Erwähnung gethan. Wie dem auch sei, es ist mindestens zweifelhaft geworden, ob man es hier mit wirklichem Riffkalk zu thnn hat.

Soweit ich aus allen Arbeiten geologischer Natur in dieser Beziehung erfahren habe, ist man sich noch nicht vollkommen klar darüber, was man unter Korallenkalk alles zu verstehen hat. Man sollte die Begriffe „Riffkalk, Korallenkalk, Globigerinenkalk“ u. s. w. betreffs ihrer Genese und Composition erst einwandsfrei klarzustellen versuchen, ehe man in solch weittragende Discussionen eintritt.

Die Metamorphose der Gesteine bietet ja freilich grosse Schwierigkeiten, aber sie werden doch überwindbar sein.

Lehrreich in dieser Beziehung sind insbesondere die Arbeiten von Jukes Browne and Harrison über Barbadoes und Lister über Tonga (beide in einem Band, 45 und 46).

Die erstere Arbeit sagt über die zahlreichen gehobenen Riffe daselbst (S. 200): „Der Korallenkalk, welcher so einen grossen Theil der Oberfläche der Insel bildet, ist nur eine Kruste oder Decke von sehr verschiedener Dicke“.

Ferner (Barbadoes):

„Die Dicke des Rifffelsens, gebildet in einem Stadium der Hebung, überschreitet nicht häufig 200 Fuss, aber kann 260 Fuss dick sein. Wir müssen indessen nicht daraus schliessen, dass die Korallen in 40 Faden Wasser zu wachsen begannen, weil immer eine gewisse Dicke von Korallenkrus, Sand oder Breccie am Fuss von Riffen ist.

Der Detritusfelsen an dem Fuss der alten Riffe scheint an dem Gehänge auswärts von einem alten Riff angehäuft zu sein. Die Dicke desselben wechselt von 1—10 Fuss oder 50 Fuss und wahrscheinlich mehr in manchen Fällen, zweifellos abhängig von der Steilheit der Böschung.“

Wir müssen uns hierbei erinnern, dass, wenn ein Riff sich auf weichem Boden bildet, es allmälig in diesen einsinkt (s. Sluiter — 40 —).

Hill, welcher in neuester Zeit die gehobenen Riffe von Cuba im Auftrage von Agassiz untersucht hat (s. M. of. Comp. Zool. at. Harv. Coll. 1895) machte mehrere Schliffe von den Barbadoeskalken, welche sich natürlicherweise in ihrer Structur sehr verschieden erwiesen (im Anhang zu 46).

Er unterscheidet 3 Arten:

1. Reefrock (Riffkalk). Homogener Fels, bestehend aus Korallen und Korallentrümmern, zusammengebacken mit Sand und mehr oder weniger gehärtet durch Calcitinfiltration.

2. Lagunen oder Canal-Deposit (Korallenkalk). Nach Componenten und Art des Korns sehr verschieden, schliesst neben Korallen immer noch andere Thiere ein, namentlich Mollusken, Echinodermen und Foraminiferen und manchmal machen diese Schalen und ihre gebrochenen Fragmente das ganze Gestein aus. Ursprünglich loser als Korallenfels kann diese Art infiltrirt und sehr hart werden.

3. Beachrock Strandfels, aus Korallenstücken und Korallenfelsstücken zusammengesetzt, die am Ufer aufgehäuft werden, mit Vermischung.

Die Analyse des Reefrock ergab:

kohlensaurer Kalk	98
kohlensaure Magnesia	1,5
Phosphorsäure	Spuren

Oxyde von Eisen und Alaun 0,2
Kieselsäure 0,2.

Lister fand auf Tonga, wie schon erwähnt (Literaturnachweis), 100 m hohe Kalkfelsen, welche sich nach Murray's Angaben als Globigerinenkalk erwiesen. An der Westseite von Eua fand er indessen auch ein gehobenes Barrierenriff (besser wohl eine Riffbucht) in situ.

Solche Untersuchungen in situ verbunden mit petrographischen Untersuchungen an Ort und Stelle sowohl fossiler als zugleich lebender Riffe werden allein Licht in diese verwickelte Riffkalkfrage zu bringen vermögen. Nothwendig ist es aber, dass dieselben an Ort und Stelle gemacht werden, um allen sich bei solchen Untersuchungen aufdrängenden Fragen und Zweifeln sogleich mit Thatsachen entgegentreten zu können.

Wohl werden jetzt Bohrungen auf Funafuti in der Ellice-Gruppe seitens Englands ausgeführt; sie werden uns dienlich sein, wenn man z. B. in 20 m Tiefe überall vulkanischen Boden findet; aber was werden sie uns bringen, wenn dies nicht der Fall ist? Werden die Gesteinsuntersuchungen zur Zeit uns sichere Aufklärung verschaffen können?

6. Begriff der säcularen und intermittirenden (instantanen) Senkung und Hebung.

Darwin selbst hat schon zwischen säcularer und intermittirender Senkung unterschieden. Während jedoch erstere eine Unzahl von Anhängern in ihren Bannkreis zog, ist letzterer verhältnissmässig wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Und doch ist es diese, mit welcher wir es vor allem in Betreff der Südseeinseln zu thun haben werden. Es wird niemanden zufallen, positive und negative Verschiebungen der Erdrinde in Abrede zu stellen; unumstössliche Beweise liegen dafür vor. Ebensowenig dürfte es aber auch erlaubt sein, alle diese Senkungen und Hebungen als säcular, allmälig erfolgend, zu betrachten. Niemand wird bezweifeln, dass Neu-Seeland und Neu-Guinea einst mit dem australischen Continent verbunden war; die neueren paläontologischen Funde haben dies wenigstens für Neu-Seeland sicher dargethan. Was giebt aber Saville Kent das Recht, diese Trennung durch säculare Senkung entstanden anzunehmen und desshalb die Entstehung des grossen australischen Barrieren-Riffes nach der Darwinschen Theorie zu erklären? Da die Trennung aus faunistischen und floristischen Gründen spätestens kurz nach der Tertiärzeit erfolgt sein muss, so ist eine säculare Senkung um so unwahrscheinlicher, als in jener Zeit wilder vulkanischer Thätigkeit ausgiebige Bewegungen zweifellos die Südsee beherrschten. Heute scheint diese positive Bewegung der Erdrinde nicht allein hier zum Stillstand gekommen, sondern sogar in eine umgekehrte allgemeine negative übergegangen zu sein, was aus dem vorigen Abschnitt erhellt. Aber auch hier wird man periodische Hebungen annehmen müssen, wofür Lister's Beschreibung von Eua ein Beweis zu sein scheint. Jedenfalls möchte ich die Senkung der östlichen Samoainseln meinerseits in diesem Sinne aufgefasst wissen.

IV. Die Korallenriffe an der samoanischen Küste.

Ehe ich in die Beschreibung der samoanischen Riffe eintrete, möchte ich kurz die verschiedenen Riffarten scizziren, damit ein Missverständniss betreffs der Benennung ausgeschlossen wird. Es lassen sich im Allgemeinen 5 Riffarten unterscheiden, welche natürlicherweise mehr oder weniger in einander übergehen können. Dies wird durch die weiter unten zu erörternden Entstehungsbedingungen begründet.

1. Morphologie der Riffe.

a. Korallenbank, bei den Engländern patch oder shoal, Kegelriff, bei Walther „pelagisches Riff" genannt, bei Ortmann „Flachseeriff", ist ein isolirter Korallenfelsen, oft nur wenige Fuss im Durchmesser haltend, säulenförmig, welcher im stillen Hafenwasser meist nur da gedeiht, wo eine grössere Riffanlage wegen der Sandabfuhr der Strandriffe unmöglich ist. Baumförmig emporwachsend und sich ausbreitend, nach oben zusammenstossend und verklebend, sind diese im Allgemeinen die Bildner jeglicher Riffanlage (siehe Keller's Ansichten beim Capitel Heliotropismus.) In See kann eine kleine Bank die Oberfläche nie erreichen; sie bleibt daselbst stets mindestens 2 m unter derselben. Im Hafen kommt sie bei mittel Niedrigwasser nur dann zur Luft, wenn sie noch von geringer Dünung bespült wird. Grössere Bänke und Schuttflächen können, wenn im Schutz der Küste gelegen, als Barrieren aufgefasst werden, in offener See sind sie als kleine unvollkommene, versandete Atolle zu betrachten. Hafenbänke sind an zahlreichen Orten bemerkt und beschrieben worden. So schreibt Heilprin über die Riffe im kalifornischen Meerbusen bei Vera Cruz (p. 41b, 312): „Die Riffe gehören offenbar zu jener Gruppe, welche Darwin erkannte als aufgebaut auf Haufen oder Betten von Sedimenten „„liegend ein wenig unter der Oberfläche und geeignet als Basis für Korallenwachsthum zu dienen"" (Struct and distribut. of c. r. p. 58), eine Classe von Riffen, welche die Gegner der Darwin'schen Theorie als im Widerspruch mit dieser stehend, ausgeben. Sie sind gemäss einer stricten Classification weder Atolle, Barrieren- noch Strandriffe und mögen als eine vierte Classe, vielleicht mit Vortheil Patch-Riffe benannt werden."

Darwin sagt ferner in der Introduction von ihnen: „Riffe kommen auch um submarine Sediment-Bänke und Felsen vor; und andere sind ganz unregelmässig an Orten ausgestreut, wo die See sehr flach ist; diese sind in den meisten Fällen den Strandriffen zugehörig, aber sind von geringem Interesse.“

Beispiele im Apiahafen, namentlich östlich bei Matautu, vor allem auch im Saluafata-Hafen, in der Riffpassage beim Orte Saluafata.

b. Das Saumriff. Typisch tritt das Saumriff in Häfen resp. Buchten mit Steilküste auf. Es ist daselbst nur wenige Meter breit, springt balkonartig vom felsigen Ufer aus vor und säumt in dieser Weise solche Häfen ein. Betreffs des zu Lufttretens gilt dasselbe wie bei der Korallenbank. Je stiller das Hafenwasser oder je mehr der Brandung ausgesetzt, so weniger tritt es zur Luft. Auch hier ist eine leichte Dünung die Bedingung dafür. Im Innersten des Hafens pflegt das Saumriff ganz auszusetzen oder wenigstens in Bänke aufgelöst zu sein. Gegen See zu entschwindet der Rand allmälig den Blicken, indem das Riff der Brandung halber gleich den Korallenbänken nur in Tiefe von einigen Metern unter der Oberfläche zu gedeihen vermag. Das Saumriff stimmt im Bau genau mit der Leeseite der Strandriffe überein, vor allem betreffs des steilen Abfalls, der Beschaffenheit der Leekante und des Mangels der Plattform und des Schuttkegels.

Beispiele im Hafen von Fangaloa und Pango-Pango.

c. Das Strandriff. Fringing reef, shore reef, auch Küstenriff genannt, ist ein Korallenriff, welches im Laufe seiner Entstehung einen secundären Strand gebildet hat und auf diesen gestützt seinen Aufbau bewirkte. Bedingung für die Bildung eines Strandriffes ist eine Küste mit geringem Gefäll und einigermaassen gleichmässigem Abfall. Je nach der Beschaffenheit der Küste kann ein Saumriff, ein Strandriff oder ein Barrierenriff sich ausbilden; das typische Strandriff ist für sich allein charakterisirt durch die Bildung eines Sandstrandes, von dem aus man zu Fuss bei Niedrigwasser bis zur Riffkante wandern kann, ohne viel über die Knie in das Wasser zu gerathen. Desshalb sollte der Name „Strandriff“ hierfür beibehalten werden. Wie schon erwähnt, zeigt die Leeseite, welche meist hafenbildend wirkt, und die Luvseite, welche dem offenen Meere zu liegt, bestimmte Unterschiede, deren Besprechung beim „Aufbau“ erfolgen wird. Das grosse Aanariff, die Riffe von Matautu und von Saluafata sind die classischen Strandriffe an der Nordküste Upolus. Sie erreichen in Samoa die grösste ununterbrochene Flächenausdehnung unter den Riffformen.

d. Das Barrierenriff, barrier-reef, auch Dammriff und Canalriff genannt, ist gewöhnlich eine Combination von einer Barriere und einem Strand- oder Saumriff, welche von einander durch einen tiefen Canal getrennt sind. Je nachdem die Barriere auf einer Seite mit dem Strandriff zusammenhängt oder vollständig isolirt ist, kann man peninsulare oder insulare Barriere unterscheiden. Bedingung für die Entstehung der Barriere ist der Schutz der Küste, also das nur einseitige Einwirken der Brandung. Im Rücken der Barriere muss Stillwasser sein. In Samoa sind von insularen Barrieren nur kleine vorhanden, z. B. bei Vailele, bei Saluafata, Falealili und Safata. Die submarinen Barrierenriffe Tutuilas bedürfen einer besonderen Besprechung. Es ist oft schwer, zwischen Barriere und Korallenbank zu unterscheiden, ebenso wie es oft schwierig ist zu

sagen, was noch ein Felsenriff und was eine Insel ist. Der Untergrund für Barrierenriffe wird durch Bodenschwellen geliefert, welche den Küsten vorgelagert sind und eine der Stärke der See proportionale Breite haben müssen. Die Barrieren sind in gewissem Sinne unvollständige Atolle, Sectoren von diesen.

e) Die Atolle, Kranzriffe, atolls, encircling reefs, lagoon-islands, sind die eigenartigsten Oceanbildungen, welche am meisten dazu beigetragen haben, die Riffforschung zu verwirren. Hauptsächlich sind zwei Arten zu unterscheiden, welche nicht allein topographisch, sondern auch genetisch übereinstimmen, tieflagunige und flachlagunige. Während nämlich letztere auf submarinen Bergkuppen entstehen und desshalb die Lagune, je nach Grösse und Untergrund, mehr oder weniger versandet, können letztere nur auf submarinen Kratern entstanden sein, deren specifische Entstehung zu erörtern bleibt. Kleinere Atolle können vollständig geschlossen sein, grössere führen immer mindestens eine Unterbrechung. Auch die Beschaffenheit der Lagune zeigt noch weitere Unterschiede, indem dieselbe entweder einen vollständigen Kessel darstellt, oder durch Korallenbänke oder Bodenerhebungen Variationen erhält. Durch die Verschiedenheit der äusseren Contur ferner wird eine merkwürdige Mannigfaltigkeit dieser Riffbildungen hervorgerufen, welche nur durch die Tektonik des Untergrundes erklärt werden kann. Diese Tektonik, die locale Bodenbeschaffenheit, die periodische Versandung und Sandabfuhr sind die maassgebenden Factoren für die Gestaltung und Erhaltung der Riffformen.

In Samoa ist nur ein Atoll, das erwähnte Rose Atoll am Ostende des Archipels.

Ein Atoll, dessen Lagune allmälig von oben her zuwächst und dadurch in 3 Theile getheilt ist, ist das Palmyra-Atoll (6° N. B., 120° W. L.), ein Zeichen dafür, dass ausgiebiges Korallenwachsthum auch in der Lagune von Atollen stattfinden kann.

2. Oertliche Vertheilung.

Dana sagt über die Riffe von Upolu 1849 (3b.):

„Die Insel Upolu ist von einem Riff begrenzt, nahezu 1 Meile breit, an einem Theil der nördlichen Küste; aber die Wasser auf der Innenseite sind zu flach für ein Kanu bei Niedrigwasser, und desshalb ist dasselbe trotz seiner Ausdehnung eher ein Strand- als ein Barrierenriff."

Dana giebt nämlich an, dass die Strandriffe im Allgemeinen nur kleine Riffe seien; dass Upolu richtige grosse Strandriffe von 2 Seemeilen Breite besitzt, passte ihm damals scheinbar nicht recht in seine Ansichten über die Bildung dieser Riffe. Er nahm desshalb, entgegen von Darwin, später an, dass sich Strandriffe auch in sinkendem Gebiet bilden könnten.

a) Savai'i.

Aus besprochenen Gründen besitzt diese grösste der Samoainseln keine ausgedehnten Strandriffe mit Ausnahme der Upolu zugewendeten Ostseite, da die Apolimastrasse nur eine verhältnissmässig geringe Einsenkung zwischen beiden

Inseln bildet. Desshalb senden beide Inseln Korallenriffe in dieser Richtung vor. Das Savai'i zugehörige Strandriff besitzt eine Länge von ungefähr 12 Seemeilen, bei Puapua beginnend und beim Tofuacap endend. Bei Sapapalii, ungefähr halbwegs, befindet sich der Hauptriff-Einlass, welcher den Küstenschonern einen guten Ankerplatz gewährt, bei Amoa und Iva sind kleinere Bootpassagen. Dieses ausgedehnte Strandriff liegt dem fruchtbaren und wichtigsten Bezirk Savai'i's vor, Fa'asaleleanga genannt, der Heimath der Malietoafamilie.

Die Nord-, West- und Südküste entbehrt der Riffe nahezu ganz. Nur an einzelnen Plätzen, z. B. bei Matautu, Safune, Asaua im Norden, Gangamalae im Westen und in der schlammigen Bucht von Palauli im Süden kommen beschränkte Riffbildungen vor. Die zwischen Savai'i und Upolu gelegene Kraterinsel Apolima wurde gleichfalls schon oben besprochen, wie Manono.

b) Upolu.

Die Nordseite des westlichen Upolu besitzt die grössten Riffanlagen. Hier ist es insbesondere das grosse Strandriff von Aana, welches sich von Manono bis Apia in nahezu ununterbrochener Linie über 25 Seemeilen hinzieht und bei Afenga eine Breite von 2 Seemeilen erreicht, während an der Südküste dasselbe Riff bald durch die Steilküste von Falelatai einen Abschluss erfährt. Kleinere Einschnitte finden sich am Nordrande nur bei Malua und Faleula, eine etwas grössere bei Vaitele, welche indessen nicht unterbrechend wirkt. Die der See zu gelegenen zahlreichen Untiefen zeigen deutlich, dass das Land auch unter dem Meeresspiegel hier nur sehr langsam abfällt.

Mit der Veränderung der Landschaft bei Apia verändert sich auch die Gleichmässigkeit des Riffes. Zahlreiche Einschnitte durchbrechen die Strandriffe, streckenweise fehlt die Riffbildung ganz, wo nämlich die Küstenberge an den Strand herantreten. Wo sich aber eine Niederung zeigt, sieht man auch wieder ein Strandriff vorgelagert. Diese Abwechslung endet jedoch gänzlich bei Falefā, von wo ab fernerhin die See den Fuss des schroffen Gebirges unmittelbar bespült. Erst das sanfter abfallende Ostende der Insel wird wieder von einem grösseren Strandriff umschlossen, das die Inseln Fanuatapu und Namua theilweise in sich einschliesst.

Um den Wechsel der Landschaft und der Riffe und die Uebereinstimmung beider genauer zu verfolgen, bitte ich einen Spaziergang mit mir von Apia aus nach Osten zu machen. Ehe wir indess diesen Weg antreten, wollen wir erst dem Apiahafen selbst eine kurze Betrachtung widmen, welcher, da er so gut vermessen ist, besondere Beachtung verdient. (S. Karte.)

Es bildet dieser Hafen ein nach Norden offenes Hufeisen. Mit einer längeren westlichen Seite, der Halbinsel Mulinu'u, welche von dem Ausläufer des hier endenden Aanariffes noch umschlungen wird, und einer kürzeren östlichen, der „vorspringenden Landspitze" Matautu (in samoanischer Uebersetzung und Nomenclatur). Auch die Ostseite wird von einem Riff umschlossen, das im Innern des Hafens endet, zwischen den beiden Riffendigungen liegt in dem innersten Hafen noch ein drittes Riff, das Mittelriff, auf welchem das Wrack des „Adler" weit-

hin sichtbar in seinem Eisengerippe liegt. Dieses Mittelriff schaut mit seiner Stirn direct auf die offene See hinaus und bietet vor sich einen Hafenraum von ungefähr 400 m im Geviert (ausserhalb der 10 m Grenze). Auf diesem Raum waren die 7 Kriegsschiffe im Sturm des März 1889 zusammengepfercht, der unmittelbaren Gewalt des Windes und der See aus Norden preisgegeben.



Davis phot.

Matafele Mulivai — Apia — Mulinua — Adlerwrack

Apiahafen mit Adlerwrack vom Ort Apia aus gesehen gegen N.W.

Zwischen dem Ostriff (bei Matautu) und dem Mittelriff bleibt eine 600 m lange Strecke offen, inmitten derer der Vaisinganofluss zur Regenzeit seine braunen Wasser ergiesst. Diese Strecke zeigt nur spärlichen Korallenwuchs, südlich nahezu gar keinen, nördlich gegen das Ostriff hin einzelne „Bänke“. Ein offener Sandstrand charakterisirt diese Strecke. Südlich von dieser Strecke, im Grunde des Hufeisens liegt der Ort Apia, welcher dem ganzen Hafen seinen Namen giebt Hier ist die Bootsanlegestelle der Kriegsschiffe. Das Mittelriff beginnt hier, erst aus zahlreichen „Bänken“ bestehend, aber gegen Osten zu einem Riffrand sich festigend, je mehr die einlaufende See auf das Riff zur Wirkung kommt. Diese ist selten stark, sodass das ganze Riff, mit Ausnahme vielleicht des westlichsten und meist vorspringenden Punktes, des im Seemannsmunde sogenannten Cap Horn, den Charakter der Leeriffkante trägt. Mitten auf dieses Riff mündet das Flüsschen Mulivai und der Mündung direct nach Norden vorgelagert, das Deck gegen Land gekehrt, liegt das Adlerwrack. Zwischen dem Mittelriff und dem Westriff (Mulinu'u) bleibt ein 300 m breiter Canal offen, kurzweg Bootshafen genannt, da in demselben die Handelsschooner der Deutschen Handels- und Plantagengesellschaft zu ankern pflegen. Gegen das Westriff, nach Norden zu, sind auch hier zahlreiche „Korallenbänke“, zwischen denen der Sand lagert, welcher hierher von diesem Riff durch den Ebbestrom getragen wird und zur Ablagerung kommt. Desshalb

ist der eigentliche Bootshafen nur ca. 200 m breit. Die Gezeitenströme pflegen sich im Apiahafen für gewöhnlich nicht unangenehm geltend zu machen; nur bei stärkerem Wind und Seegang pflegt zur Zeit der Ebbe am Strande des Mittelriffes ein Strom von Westen nach Osten zn setzen, sodass das Anlegen der Boote bei Apia mühsam wird, indem dieselben kaum gegen den Strom anzupullen vermögen. Dieser Strom war es auch, welcher den Leuten von der „Vandalia" im Orkan so verderblich wurde. Die Entstehung dieses Stromes erklärt sich leicht, wenn man die Karte des Apiahafens betrachtet und die Abflussverhältnisse der Riffe berücksichtigt.

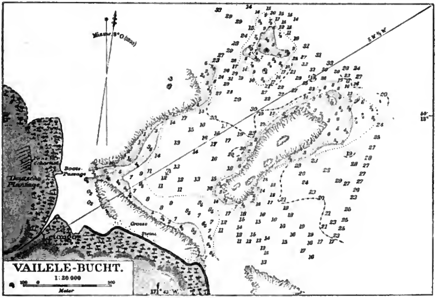
Einiger weniger Worte bedarf noch die Halbinsel Mulinu'u: Parallel dem Riffrande verlaufend und der directen senkrechten Wirkung des Passates ausgesetzt, ist sie mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Erzeugniss dieses Windes, indem wenigstens ein Theil von ihr ähnlich einer Atollinsel entstanden ist. Die Rücklehne dieser Halbinsel bildet ein grosser Mangrovesumpf, welcher indessen, da er keine Malariaplasmodien zu beherbergen scheint, nur ästethische Nachtheile besitzt. Früher war Mulinu'u mehr weniger eine Insel. So war die Stelle, wo heute die Gebäude der Gesellschaft stehen, ein Sumpf, und wurde dieser zum Zwecke des Baues zugeschüttet. Mulinu'u, der vielumstrittene Sitz des Königs, verkörperte einst die deutsche Seite im Gegensatz zum englisch-amerikanischen Matautu. Von dem vorspringenden Mulinu'u aus geniesst man einen herrlichen Ausblick auf die Bergwälder und die luftigen Höhen, besonders schön im letzten Glanz der sinkenden Sonne.

Auch das Ostriff bedarf noch einer Erwähnung: denn einige 100 m gerade nordwärts von der Matautulandspitze befindet sich mitten im Riff eine Einsenkung, welche als Riffbucht aufzufassen ist, die sogenannte Lelepabucht, indem sie mit dem offenen Ocean in freier Verbindung steht. Eine 13 m tiefe Stelle, das Palolotief, vereinigt Ende October oder Anfang November im Morgengrauen die Palolophilen Samoaner, um dem Fange dieses schwärmenden Borstenwurmes zu huldigen, wovon noch weiter unten die Rede sein wird.

Wenn man an der Landspitze in Matautu steht, so sieht man gegen Osten hin ein weites Strandriff sich ausdehnen; weit draussen die weisse Brandungslinie als Grenze gegen das blaue Meer, gerade vor sich einen von Palmen beschatteten, bilderreichen Strand und im Hintergrunde den Küstenberg von Laulii. Man durchwandert die Ortschaften Matautu mit dem englischen Konsulatshaus, Salopo, Lelepa, Vaiala, wo das sternfunkelnde Banner weht und gelangt nach einer $^1/_4$ Stunde nach dem Orte Fuisa'a, wo ein Fluss einmündet, den man auf einem kümmerlichen Fusssteg überschreitet. Nach einem kleinen Landflecken Taumeasina gelangt man an die Vailoaflusslagune, welche man watend durchschreitet. Unmittelbar darauf gelangt man in die Dörfer von Matafangatele und kurz darauf in die Bucht von Fangalii, in welche zwei kleine Flüsse münden. Das Riff, das man stets weit draussen mitlaufen sah, springt hier jäh zurück, indem es einen 10—20 m tiefen Einlass bildet. An der Ostkante dieses Einlasses sieht man einen Stein wohl 2 m hoch über das Wasser herausragen und einen zweiten etwas kleineren mehr in der Tiefe des Einschnittes. Schwarz wie Basalt aus-

sehend, erweisen sich die beiden bei näherer Betrachtung aus Korallenkalk bestehend und sind wohl durch Stürme losgerissene Riffstücke der Leekante.

Wenn man in einer halben Stunde die Bucht umschritten hat, welche als das Ende zweier Flussthäler (des Vaivase- und Fangaliiflusses) zu betrachten ist, gelangt man um einen 5—10 m hohen Hügel herum, welcher nahe an das Ufer herantritt, in das Dorf Vailele, auf schmaler Niederung, denn im Hintergrunde steigt das Land rasch zu einer 10 m hohen Hochebene (Pflanzung Vailele) an. Das Riff ist wieder in's Meer hinausgeeilt. Nach Passiren des Dorfes gelangt man um ein steiles Cap herum, Sunga genannt, wo die Gebäude der Pflanzung Vailele liegen, in ein hübsches Flussthal, in welchem am Fusse des zweiten Küstenberges das Dorf Letongo liegt. Das Riff ist wieder jäh zurückgeeilt. In dem freien Wasser sieht man eine isolirte kleine Barriere, welche der Wuth der



Isolirte Barriere bei Vailele.

Brandung erfolgreich trotzt, und an der Nordostseite des Riffes eine Bank, welche in den letzten Jahren gewachsen zu sein scheint.

Die ganze Lagune hier ist ein grosses Sandfeld, welches bei Ebbe den englischen Officieren Gelegenheit bot, das Reiterpolospiel zu betreiben.

In der Ferne im Osten ragt der einzelstehende Utumaufels aus dem Wasser hervor, der Ausläufer des dritten Küstenberges von Luatuanu'u.

Es gilt jetzt den zweiten Küstenberg zu umgehen. Bis zur Landspitze bietet der Berg noch einem Sandstrande Platz. Ein schmales Riff läuft mit, das allmälig mit diesem an der felsigen Landspitze endet. Hier hört das Gehen am Ufer auf. Man steht auf dem Fuss eines Lavastromes, welchen die unaufhörliche Brandung blossgelegt und zurückgedrängt hat. Der weitere Weg ist während einer Viertelstunde recht beschwerlich, aber schön. Stetig geht es auf

und nieder über bausbohe schwarze Lavafelsen. Von der Höhe sieht man hinunter durch das Grün in kleine Schluchten und Höhlen, in welche die Brandung sich mit Getose stürzt, weil die Steilheit der Ufer einem Küstenriffe keinen Platz zu bieten vermochte. Unten aber wandelt man unter den hohen, immergrünen Barringtonien (futu) mit ihren grossen, weissen, magnolienartigen Blüthen, inmitten derer ein Büschel rothbespitzter, langer Staubfäden prangt; der Boden ist bedeckt von den weissen Blüthen und den vierkanten, faustgrossen Früchten. Wieder hinauf und wieder hinab in die lieblichen Schluchten, wobei die Hand dem ungeschickten Gleitfuss (se'evae) des Fremden oft zu Hilfe kommen muss, bis man plötzlich in eine liebliche Bucht gelangt, im Hintergrunde von nahen Höhen begrenzt, am Strande die Dorfschaft Lauli'i. Auf den steilen Sandstrand rollen unaufhörlich die Seen, ein Zeichen, dass kein Riff hier vorgelagert ist. Ein kleiner Wasserlauf, genährt durch eine Brackwasserlagune im Hintergrunde, verliert sich im Sande des Ufers. Wir eilen weiter. An der östlichen flachen Landspitze der Bucht beginnt das Riff wieder und zieht sich als schmales Strandriff (höchstens 300 m breit) entsprechend dem mässig steilen Ufer über 4 km weit bis zum Utumaufels hin, wo es plötzlich wieder aufhört. Einmal erfährt es auf diesem Wege nur eine kleine Einbuchtung, da nämlich, wo das schroffe Felsenthal ausmündete, welches die Grenzscheide zwischen Tuamasauga und Atua bildet. Hier auf den beiden Höhen am Meere pflegen sich die feindlichen Samoaparteien monatelang gegenüberzuliegen und nur selten wagt es die eine, die andere anzugreifen.

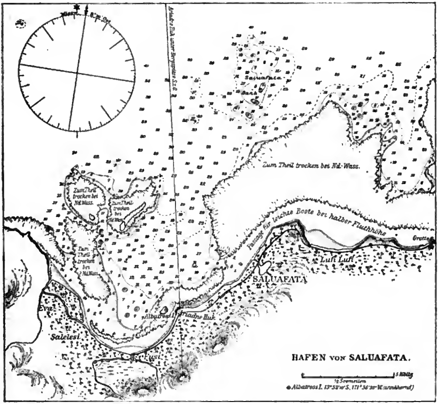
Wir sind am dritten Küstenberge, dem von Luatuanu'u (des am Fusse gelegenen Dorfes) angekommen, mit dem vorliegenden Utumaufels. 12 km sind wir von Apia entfernt und sind nun halbwegs etwa in unserem Spaziergang nach Falefā.

Die Wegverhältnisse sind ähnlich wie beim Lauli'iberg: vor der Landspitze guter Weg am Sandstrand und dieser mit dem Riff sich bis zur Landspitze verringernd, jenseits aufgeschlossene, zerschlissene Lavafelsen. Während jedoch dort alles von Vegetation bedeckt ist, ist hier der Fels nackt und die Felsen sind bis zum schroffen Abhange so zerfressen, unterwaschen und durchlöchert, dass sie bei stürmischem Wetter und Fluth nicht passirbar sind. Dies jedoch nur auf einer Strecke von ungefähr einem km. Man gelangt alsdann an eine kleinere Landspitze, die westliche Grenze der 3 km breiten, offenen Bucht von Solosolo.

Zunächst fesselt unser Auge, wenn wir an den Strand heruntersteigen, ein wunderbares Bild: ein blendendweisser, wenige Meter breiter Strand, landwärts von frischem Grün, seewärts vom blauen Meere begrenzt. Man sieht kein Korallenriff und doch gewahrt man bei näherer Betrachtung, dass dieser Strand aus reinen, grossen Stücken von geschliffenen Korallenstücken besteht, welche ihre ursprüngliche Form nur noch schwach erkennen lassen. Da sieht man fingerähnliche Madreporenstücke, Kugeln und Scheiben aus Porites und Astraeen, kurz, alle Variationen durch die aufrollende See gemahlen und von der Sonne gebleicht. Man wird nicht satt, all' die Formen zu betrachten, mit zahllosen Muscheln untermengt, welche den 2—3 m breiten Strand bis zum Rande des Grünen bedecken. Geht man weiter, so hört dies nach wenigen Minuten auf.

Die Höhen treten zurück und man gelangt in eine deltaartige, flache Niederung; alsbald beginnt auch ein kleines Korallenriff dem Strande sich vorzulegen und zwar gerade an der Stelle, wo ein kleiner Fluss ausmündet, der seinem zerrissenen ausgewühlten Bette nach zu schliessen in der Regenzeit oft viel Wasser führen muss. Das kleine Strandriff ist ungefähr 800 m lang und erreicht vor der Mündung seine grösste Breite von 100 m. Weitere 100 m in die Bucht hinaus ist eine Tiefe von 12 m notirt.

Nach Ueberschreitung des Flusses, welcher mir in angenehmer Erinnerung ist, da ich dort beim erfrischenden Bade zur heissen Nachmittagszeit eines der hübschesten samoanischen Mädchen kennen lernte, Fusi aus Solosolo, die meinem Begleiter so sehr gefiel, — verschwindet das Riff alsbald wieder. Die Höhen treten wieder näher zum Ufer heran, indessen noch genug Platz für einige Hütten und Bananenpflanzungen lassend. Aber der Korallenstrand erscheint nicht wieder;



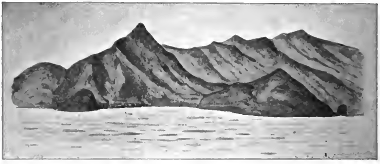
HAFEN VON SALUAFATA.

eine schwarze, weiche Masse tritt an seine Stelle, welche sich bei näherer Betrachtung als Basaltsand mit Olivincrystallen gemischt, zu erkennen giebt. Im nahen Osten der Bucht sieht man auch mehrere flache Lavafelsen dem Wasser entragen, ein Anzeichen, wie der Untergrund hier im Wasser beschaffen ist.

Wenn man das an der vorspringenden Landecke hübsch gelegene grosse Dorf Solosolo passirt hat, gelangt man an den 4. Küstenberg, muss jedoch zuvor einen

kleinen Flusslauf passiren mit einer rückständigen Lagune wie bei Lauli'i. Auch dieser kleine Wasserarm ergiesst sich auf ein sehr schmales Strandriff, welches wieder — zum drittenmale — bis zum Cap des Küstenberges mitläuft, um dort zu endigen. Aber es bietet sich hier etwas neues. Dem Cap vorgelagert sehen wir drei isolirte Korallenbänke, von denen die beiden seewärts gelegenen, offenbar einzeln entstanden, nahezu verschmolzen sind und eine wirkliche Barriere bilden. Auf jeder der beiden äusseren ist ein grosser Schuttkegel, über einen Meter hoch die Trümmerfläche überragend, aber von keiner grossen Ansdehnung (s. u. Abb. Karte S. 45). Die dritte Bank liegt im Schntz von diesen beiden, und ist durch einen tiefen, aber sehr schmalen Canal (theilweise nnr 2—3 m breit) von diesen getrennt, gegen Land zu durch eine flache Brücke mit dem Strandriff verbunden. Es ist nicht abzusehen, wann und ob überhaupt der erstgenannte Barrieren-Canal überbrückt werden wird. Unter der Brücke wird alsdann eine grosse Höhle bleiben*).

Wir sind im lieblichen Hafen von Salnafata angekommen, welcher einst als deutscher Vertragshafen gesichert wurde.



'Saluafata-Bucht Dorf Solosolo 3. Küstenberg von Luatuanuu
4. Küstenberg Saluafate-Pik Utumaufels
Scizze der Küste bei Solosolo.

Die genannte Barriere bildet den Westschutz des Hafens, ein kleines Mittelriff ist wie beim Apiahafen auch hier vorhanden und im Osten legt sich das grosse Atuariff schützend vor das Land; diese Riffe schliessen sich so eng zusammen, dass sie nahezu einen Kreis bilden mit einer nur 300 m breiten Einfahrt gegen NNO., welche durch Vorlagerung der Saluafata-Bank auch gewisser-

*) Langenbeck schreibt von diesen Barrieren in seinem Buche (42 Seite 70): „Die von West nach Ost langgestreckte Insel Upolu hat auf der Süd- und Nordseite Riffe. Vorwiegend sind es auch hier Küstenriffe, doch treten daneben auch Barrierenriffe auf, so namentlich gegenüber dem Hafen Saluafata, wo das Anssenriff eine Seemeile von der Küste entfernt ist, ein paar kleine Koralleninseln trägt, die beständig an Grösse zunehmen, und zwischen sich und dem Lande tiefes Fahrwasser freilässt. (A. H. 1879 S. 329. S. 340. 1883 S. 325.) Auch dieses Riff dürfte wohl nur der Flachheit der gegenüberliegenden Küste seine Entstehung verdanken.“ Es scheint, dass hier die West- und Ostseite verwechselt wird: Westwärts ist die Barriere und steiles Land, ostwärts das Strandriff und flaches Land, wie aus der Karte hervorgeht.

maassen geschützt ist. Desshalb wird dieser Hafen von den Commandanten der Kriegsschiffe in der schlechten Jahreszeit dem Apiahafen vorgezogen. Im Westen der Solosoloküstenberg, im Osten der von Saluafata (der letzte fünfte) und im Hintergrunde der steil aufsteigende, wohl über 600 m hohe schroffe Saluafata-Pik, über und über mit grünen Wäldern bedeckt, ist dieser Hafen von grosser landschaftlicher Schönheit.

Wir umwandern die Bucht auf hübschem Strandpfade, erst eben durch die Ortschaften Eva, Salelesi und Fusi, wobei zwei Wasserläufe mit rückständigen Brackwasser-Lagunen passirt werden müssen, alsdann an der Flanke des östlichen Küstenberges langsam ansteigend bis zu einem kleinen Cap, dem Ariadnehuk, auf welchem einige deutsche Matrosen begraben liegen; der Huk vorgelagert liegt eine kleine Felseninsel, nach S. M. S. „Albatross", welches 1885 den Hafen vermessen hat, benannt. Die Insel ist ganz in das Mittelriff eingeschlossen. Steigt man von der Ariadnehuk wieder nordwärts langsam ab, so gelangt man auf eine freie sandige Ebene, mit Kokospalmen bestanden, unter denen das Dorf Saluafata ausgestreut liegt, malerisch gruppirt um eine grosse Brackwasserlagune, welche einigen kleinen Süsswasserquellen ihre Entstehung verdankt. Nach Umgebung des steinigen Landvorsprungs (der Ostecke der Bucht) gelangen wir an einen 2 m breiten flachen Wasserlauf, nach dessen Durchwatung wir uns im Dorfe Lufilufi befinden, dem Sitz der regierenden Häuptlinge von Atua. Ein weiter sandiger Platz, der Malae, mit Brotfruchtbäumen bepflanzt, lädt uns zu kurzer Rast ein. Man zeigt uns das grosse blendend weisse Grabdenkmal des einst von deutscher Seite als König eingesetzten T a m a s e s e, welcher hier am 19. April 1892 verlassen starb. Ueber sein Grabdenkmal flogen die englischen und deutschen Granaten im August des Jahres 1894, um die Atuapartei zum Frieden zu zwingen. —

Auf das Meer hinausblickend sehen wir das Strandriff weit sich ausdehnen und ostwärts eine Breite von 2 km erreichen. Wenn wir weitergehen, müssen wir indessen einen Hügel überschreiten, falls wir es nicht vorziehen, bei Ebbe den beschwerlichen Weg am Strande zurückzulegen. Der Hügel scheint ein flacher Ausläufer des Gebirges zu sein, ein Lavastrom, welcher nicht ohne Einfluss auf die Riffbildung geblieben ist, denn ihm gegenüber befindet sich ein scharfer, tiefer Einschnitt in das Strandriff, wie wir diesen Einfluss auch in allen vorhergehenden Fällen gesehen haben. Wo eine Steilküste oder ein Berg nahe an das Ufer herantritt, pflegt das submarine Gefälle demgemäss grösser zu sein.

Auf dem Hügel liegt die wesleyanische Missionsstation und an seiner Stirn ostwärts am Rande des Meeres die liebliche Grotte Fatumea; wohl 20 m lang und an der Mündung 5 m breit und 3 m hoch, entströmt ihr das crystallklare Quellwasser, in dessen kühlenden Fluthen schwimmend man die Hitze des Tages vergisst. Ein vorgelagertes Bassin ist dem Meere zu durch Steine abgeschlossen. Dem Zauber dieses Platzes hat auch der vielgereiste, leider so früh untergegangene E h l e r s nicht zu widerstehen vermocht.

Noch eine halbe Stunde Weges und wir sind am Ziele unserer Wanderung. Wir kommen durch das Dorf Faleapuna mit einer rückständigen grossen Brackwasserlagune, und nach Umgebung der Landspitze biegen wir nach der Bucht

von Falefā ein, das wir nach Ueberschreitung eines aus einer grossen Brackwasserlagune stammenden Wasserarmes erreichen. Mit uns läuft das grosse Strandriff, das an der NO.-Kante einen hohen Schuttkegel trägt, in die Bucht hinein, nachdem es eine Gesammtlänge von nahezu 6 km erreicht hat. Bei Falefā, dem Heimathorte des auf Jaluit in der Verbannung lebenden Mataafa, mündet der grösste Süsswasserfluss Samoas, 3—4 m breit, seine reissenden Fluthen über einen ca. 15 m hohen senkrechten Felsabsturz direct in einen Meeresarm ergiessend, der bekannte Wasserfall Vaitafa.

Es ist merkwürdig, dass das Ende des Korallenriffes sich gerade vor die Flussmündung legt, so dass das Flusswasser, allerdings reichlich mit Seewasser untermischt, nach Osten hin abzufliessen gezwungen wird. Diese Ostseite des Hafens trägt der Steilheit der Ufer halber nur ein Saumriff. An der Landspitze Naneivi ist es natürlich den Augen entschwunden. Von hier ab beginnt die rifflose Ostseite des Nordufers, denn hier treten überall die steilen Berge direct an das Ufer heran. Nur in den kleinen Buchten und in der Fangaloa-Bucht vermögen kleinere Strandriffe und Saumriffe an die Oberfläche zu treten, bis an dem sanfter abfallenden Ostende Upolus sich wieder ein grösseres Strandriff zu bilden vermag, das, wie schon erwähnt, die Inseln Fanuatapu und Namna zum Theil mit einschliesst.

Sehen wir nochmals zurück, so haben wir 3 grosse Strandriffe gesehen:
1. das 45 km lange Aanariff an das Aanagelände sich anlehnend,
2. das $5^1/_2$ km lange Apia-Vaileleriff an die Vailelepflanzung sich anlehnend,
3. das 6 km lange Atuariff an der Niederung von Saluafata bis Falefā sich anlehnend.

Fünf Küstenberge haben wir auf dieser Strecke gesehen, welche folgende Unterbrechungen in der Rifflinie mit sich brachten:
1. der Apiaberg, die Apiabucht,
2. der Vaileleberg, die Vailelebucht und die von Laulii,
3. der Luatuanu'uberg, die Solosolobucht,
4. der Solosolo- und der Saluafataberg, die Saluafatabucht.

Dieses sind nur die in die Augen springenden Punkte; für die geringeren Veränderungen sind die Karten noch zu ungenau, um sie nachweisen zu können. Ueberall kann man indessen an Ort und Stelle sehen, wie mit der Tektonik der Küste auch die Tektonik des Meeresbodens sich ändert, wofür die Korallenriffe die sichtbaren Zeugen sind. So kann man aus dem Anblick der Formation der Korallenriffe auf der Karte untrügliche Schlüsse auf die Natur des Küstenlandes ziehen.

Nur kurz soll noch der Korallenriffe der Südküste Upolus Erwähnung gethan werden:

Es wurde schon erwähnt, dass mit dem Auftreten der Steilküste von Falelatai im Westen Upolus das Riff verschwindet. (Der Ausläufer des Aanariffes nach Süden hin.)

Die folgende flache Bucht von Lefangā wird durch ein Strandriff geschlossen, das einige Bootspassagen führt.

Von Lefangā ab beginnt die grosse Safata-Ebene sich auszudehnen; langsam schiebt sich ein Strandriff vor, das nach einigen kleineren Unterbrechungen erst durch die grosse Safatabucht, einen grösseren Einschnitt erfährt, nachdem das Riff eine Breite von ungefähr 3 km erreicht hatte. In der Bucht selbst liegt eine grosse Korallenbank, eine Barriere bildend, welche dieser Bucht einigen Schutz verleiht. Jenseits eilt das Riff wieder in die See hinaus, verjüngt sich allmälig wieder, um mit dem Auftreten einer niederen Steilküste wieder ganz zu verschwinden.

Es kommt die Niederung von Falealili.

Die Riffbildung interessirt uns hier etwas mehr, da dies der einzige Platz in Samoa ist, wo sich eine grössere Barriere ausgebildet hat. Ein grösseres Strandriff hat sich wieder vor die flache Küste gelegt, welches bei dem Dorfe Vaovai eine starke Unterbrechung erfährt, indem hier ein ca. 150 m breiter Canal dem Lande zu offen bleibt. Der Mündung dieses Canales direct gegenüber liegt ein wohl 1 km langes Riff, isolirt, mit einer hübschen kleinen, cocos-



'O le nu'u sa fe'e

Die Barriereninsel 'O le nu'u sa fe'e bei Falealili an der Südküste von Upolu.

bestandenen Insel landwärts, dem bekannten Nu'u sa fe'e (dem Dämon des Tintenfisches geweiht) (s. Abbildung). Dieses Barrierenriff ist von dem Strandriff durch einen mindestens 100 m breiten Canal getrennt. [Eine Vermessung dieses Platzes hat noch nicht stattgefunden, wesshalb genauere Angaben nicht gemacht werden können. S. M. S. „Bussard" hat diesen Canal passirt, die innere Strandriffbucht ihrer relativen Enge halber indessen nicht angelaufen.]

Von Falealili bis zum Cap Tapanga an der Ostspitze sind die Riffbildungen von geringem Umfang und untergeordneter Bedeutung. Doch sind hier auch Strandriffe streckenweise vorhanden, welche die Breite von 1000 m erreichen dürften, vor allem dem Osten zu.

c) Tutuila.

Gemäss der Steilheit der Küsten fehlen die Korallenriffe an der Nordküste ausser in den kleineren Buchten Alnau, Fungasā, Vatia, Oafonu und der grösseren Masefau nahezu ganz.

An der Südküste ist jedoch ein grösseres Strandriff vorhanden, und zwar auf der Strecke vom südlichsten Punkte, dem Sail Rock Point der Karte bis gegen den Eingang des Pango-Pangohafens hin, einer Strecke von mehr als zwei

Seemeilen (ca. 4 km). Die Pango-Pangobucht selbst ist von typischen Saumriffen ausgekleidet.

Hier sind es jedoch die beiden sogenannten versunkenen Korallenriffe, welche Aufmerksamkeit verdienen. Die eine, die Taemabank, liegt der Einfahrt von Pango-Pango gegenüber, $1^1/_2$ Seemeile von dieser entfernt und durch eine Tiefe von ca. 60 m getrennt. Ihre Länge scheint 3—4 km zu sein, die Breite 200 bis 400 m und ihre Tiefe 8—12 m. Von der anderen, der Nafanuabank, welche ebenfalls mit dem Lande längs läuft und von Anu'u ihren Ausgang nimmt, scheint sie durch eine Tiefe von über 100 m getrennt zu sein.

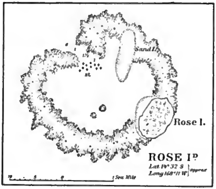
d) Manu'a.

Die Korallenriffe daselbst sind der Steilküste halber nur von untergeordneter Bedeutung. Am NW.-Ende Olosenga's sollen indessen eigenthümliche Riffbildungen vorkommen, die auf Hebung deuten.

Ueber den von Couthouy beschriebenen zu Tage liegenden Korallenkalk s. bei 4 (die Entstehung und Geologie der Samoainseln).

e) Das Rose-Atoll.

Das Atoll bildet nahezu einen Kreis von $2^1/_2$ Seemeilen Durchmesser. Der Südostseite, dem Passat zu, befindet sich eine über 1 km lange und nahezu ebenso breite Insel und nördlich davon eine Sanddüne. Der Insel gegenüber liegt die Ausflussöffnung des Atolls, welche nur 1—2 m tief sein soll, während die Lagune eine Tiefe bis zu 20 m zu erreichen scheint. Das Atoll wurde von der Wilkesexpedition besucht, welche auf der Sanddüne zahlreiche Seevögel brütend fand, vor allem Seetölpel (Sula) und Seeschwalben (Sterna). Auch sollen hier die Schildkröten zu gewissen Zeiten ihre Eier ablegen. Auf der Insel fanden die ersten Besucher einige Pflanzen, Pisonia- und Portulacea-Arten. Der Consul Weber in Apia kaufte die Insel später und wollte hier eine Fischereistation gründen; bei dieser Gelegenheit sollen hier Cocospalmen angepflanzt worden sein. Das Unternehmen schlug jedoch fehl — wegen Mangels an Fischen und guten Fischmethoden.



Auf der Insel liegen verschiedene grosse Basaltblöcke verstreut (3 c p. 317). Ihre Herkunft ist noch dunkel. Dana meint, dass dieselben durch Treibhölzer oder als Bootsballast hier zur Ablage gekommen seien. Was ist jedoch näherliegender, als an den Kern dieser Insel zu denken, welcher wie Manu'a aus Basalt bestehen muss?

Auf der Sanddüne sollen Zeichen von Hebung beobachtet worden sein, was ich nur der Vollständigkeit halber anführe.

Leider hatte ich nicht Gelegenheit, die Insel zu sehen.

3. Vergleich Samoa's mit den Palauinseln.

Das Fehlen ausgebildeter Barrierenriffe auf Tutuila und Manu'a in der Nähe des Rose-Atolls und die Darwin'sche Theorie.

Semper (9a) beginnt seinen Aufsatz über die Palauinseln folgendermaassen: „Die nördlichste Spitze der Gruppe der Pelewinseln oder Palaos bilden ächte Atolle; die Hauptmasse, welche der ganzen Gruppe ihren Namen übertragen hat, ist zum grössten Theil von Barrierenriffen, im Süden von Küstenriffen umgeben, und die südlichste Insel ist völlig ohne eigentliches Riff."

Ueber Samoa lässt sich mit ähnlichen Worten sagen:

Die östlichste Spitze der Samoainseln bildet ein ächtes Atoll; die mittlere Gruppe zeigt Anlagen von Barrierenriffen, der Westen Strand-(Küsten-)Riffe; und die westlichste Insel ist nahezu ohne eigentliches Riff.

Nun sind aber doch wichtige Unterschiede, welche die beiden Inselgruppen unterscheiden:

1. Die Samoainseln bestehen vollständig aus basaltischer Lava. Die Palauinseln im Norden aus Trachyten, die südlichen gehobenen Inseln aus Korallenkalk (Peleliu, Eimeliss, Urulong und Ngaur).
2. Die Barrierenriffe sind in Samoa nur schwach vertreten, während sie bei den Palauinseln die grosse Hauptmasse ausmachen.
3. Die Barrierenriffe treten im Wesentlichen mit den Barrierenriffen bei den Palauinseln zugleich auf, indem die weitaus grösste in der Mitte gelegene Insel Babelthaub, welche ca. 25 Seemeilen lang ist (so lang ungefähr wie das Aanariff), im Osten theilweise recht breite Strandriffe trägt, während im Westen mächtige Barrieren der Küste vorgelagert sind, welche nach Süden sich über eine gleiche Länge weiter ausdehnend, die gehobenen Kalkinseln in sich einschliessen.
4. Die südlichste Insel Ngaur, welche rifflos ist und auch aus gehobenem Kalk besteht, ist nur niedrig im Verhältniss zur grössten mittleren Insel Babelthaub, während in Samoa die entsprechende rifflose Insel Sawai'i die grösste und höchste des Archipels ist.
5. Die Palauinseln sind alle von einander durch verhältnissmässig schmale und wenig tiefe Meerstrassen getrennt, während die Samoainseln mit Ausnahme von Sawai'i und Upolu durch sehr breite und sehr tiefe Meere von einander geschieden sind.

Es bleibt nun also nicht viel anderes übrig als die Thatsache, dass in beiden Inselgruppen an einem Ende deutliche Hebung und demgemäss Armuth an Küstenriffen, am anderen Ende Atollbildung und in der Mitte Barrieren- und Strandriffbildung vorhanden ist.

Dass aber die beiden Inselgruppen gerade nur darin, im wichtigsten Punkte, übereinstimmen, erscheint für die Entstehung der Riffe der Samoainseln von besonderer Bedeutung.

Es lag natürlicherweise nahe, auch für die Palau-Inseln eine Hebelbewegung anzunehmen, wie ich sie für die Samoainseln als wahrscheinlich hingestellt habe, (Dana nimmt Stillstand im Westen und Senkung im Osten an.)

Semper ist dieser Ansicht bei der Besprechung der Palauinseln in seinem bekannten Buche „Die Existenzbedingungen der Thiere“ (9c S. 45) energisch entgegengetreten; er sagt daselbst:

„Man könnte aber auch versuchen wollen, die Schwierigkeit auf eine andere Weise zu entfernen, indem man nämlich annähme, es hätte innerhalb der Inselgruppe der Palaos eine von allen übrigen Schwankungen des Niveaus im Stillen Ocean unabhängige Hebelbewegung stattgefunden. Es möchte dabei vielleicht nördlich von Peleliu oder in dieser Insel selbst der Punkt zu suchen sein, von welchem aus nordwärts eine immer stärker werdende Senkung, südwärts ebenso eine immer stärkere Hebung stattgefunden hätte. Dies würde in der That scheinbar erklären, dass Ngaur gar keine Riffe, Peleliu aber sowohl Küsten- als auch schwach, aber deutlich entwickelte Canalriffe aufzuweisen hätte; gleichfalls würde dadurch erklärt sein, warum die Riffe im Norden von diesem Hebelpunkte sich je mehr nach Norden, um so mehr in die Tiefe senken, bis endlich im höchsten Norden nur noch Atolle oder atollähnliche Riffe auftreten. Nun will ich absichtlich kein zu grosses Gewicht darauf legen, dass die Annahme im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, es möchte wirklich auf einem so wenig ausgedehnten und ganz isolirt im Ocean liegenden Gebiete, wie es diese Inselgruppe darstellt, ein Ruhepunkt in der Mitte, und nördlich davon eine Senkung, südlich aber eine Hebung stattgefunden haben. Aber selbst diese Möglichkeit zugegeben, so glaube ich doch so zahlreiche Beweise ihrer Unrichtigkeit trotz ihrer theoretischen Möglichkeit in den von mir beobachteten Structurverhältnissen jener Riffe gefunden zu haben, dass die Aufgabe, sie zurückzuweisen nicht gar schwer werden dürfte.“

Semper beschreibt nun das Vorkommen von Globigerinenkalk (Tinoporusfelsen) auf der Atollinsel Kreiangel, spricht von grossen mächtigen Korallenblöcken auf dem Riff, welche durch die See nicht hinaufgetragen worden sein können, zumal da sie nicht an der Sturmseite lägen, ferner die sanfte Böschung an der Sturmseite im Osten und die steile an der Seeseite im Westen (die uns bei Beschreibung der Entstehung des Fusses der Riffe erklärlich wird), wie den obliterirten Bootscanal, der von den Spaniern um das Jahr 1830 (30 Jahre vor Semper's Besuch) gegraben worden war, dessen Ränder er weit über der Hochwassermarke liegend fand und seine Sohle, sowie die Lagune, zu der er führte, an der tiefsten Stelle nur wenige Fuss tief.

Auch bei dem Cossolatoll führt Semper Gründe an, die gegen eine Senkung sprechen. (Die Hufeisenform von Cossol und Aruangel werde ich weiter unten bei der Entstehung der Atolle erörtern.)

Schon erwähnt wurde, dass auf der nur wenige Seemeilen von dem Atoll Cossol entfernten Insel Babeltbaub auf einer Strecke südwärts von über 25 Seemeilen an der Ostküste zum Theil recht breite Strandriffe, an der Westküste in gleicher Ausdehnung entsprechend ausgedehnte mächtige Barrierenbildungen auftreten.

Die geringen Tiefen (höchstens 150 m), welche diese Inseln von einander trennen, deuten jedoch besonders im Gegensatze zu Samoa deutlich darauf hin, dass es sich hier um solche Senkungen, welche die Darwin'sche Theorie für sich in Anspruch nimmt, nicht handeln kann. Semper hat durch Beschreibung dieser Inseln den ersten und heftigsten Stoss gegen diese Theorie geführt.

Wenn also Senkungen in einem Gebiete, dessen Riffvertheilung so sehr an Samoa erinnert, ausgeschlossen werden dürfen, da im Gegentheil auf beiden Seiten gewichtige Gründe für Hebung sprechen, so ist das für Beurtheilung der Riffbildung in Samoa von grosser Wichtigkeit, da man hier annehmen muss, dass dem jetzigen Stillstand bezw. der nachgefolgten Hebung eine ausgiebige Senkung vorhergegangen ist.

Es möge nochmals kurz an die Riffreihenfolge in Samoa erinnert sein (von West nach Ost):

Savai'i	ohne ausgedehnte Riffbildung (bis auf Ostküste)
Upolu	West Strandriffe Mitte Strandriffe und vereinzelte sehr kleine Barrieren Ost ohne ausgedehnte Riffbildung (bis auf Strandriff am Ostende)
Tutuila	ohne ausgedehnte Riffbildung bis auf 1 Strandriff an der Südküste und nahebei 2 submarine Barrieren
Manu'a	ohne ausgedehnte Riffbildung
Roseatoll	ein Atoll.

Nun muss ich betreffs Samoa folgende Fragen stellen an die Anhänger **Darwin's**:

1. Wenn es sich im Osttheil des Archipels um säculare Senkung handelt, warum ist Manu'a und Tutuila ohne Barrierenriffe?
2. Warum sind nicht wenigstens die submarinen Barrieren Tutuilas an die Oberfläche gelangt, was doch der Fall sein müsste!
3. Gesetzt den Fall, dass diese Barrieren etwas zu rasch gesunken wären, warum befindet sich in unmittelbarer Nähe ein wohlausgebildetes, ausgedehntes Strandriff, das zweifelsohne an der aufgeschlossenen Küste eines sehr langen Zeitraumes zur Bildung bedurfte?
4. Zugegeben auch ferner, dass ein Strandriff sich nach Dana in sinkendem Gebiet bilden könnte, warum ist das Westende Tutuilas frei von jeglicher Riffbildung, da doch hier ein submarines Plateau in durchschnittlich 50 m Tiefe vorhanden ist, welches erst in 10 Seemeilen Entfernung von der Küste in die grosse Tiefe von 3300 m mit einer Böschung von ca. 25° abfällt?
5. Warum ferner trägt das Ostende Upolus (Tutuila zugekehrt) ein grosses Strandriff, während an der Nordseite bis Falefā jegliches Küstenriff fehlt und an der Südseite kleinere Strandriffe streckenweise auftreten, ferner einige kleine Barrierenriffe?
6. Warum fehlt endlich an der Südseite eine grössere Riffbildung (Barrierenbildung), da doch durchweg Tiefen von ca. 50 m noch in 1—2 Seemeilen von der Riffkante bezw. Küste gefunden wurden?

Alle diese Daten sprechen zu deutlich gegen die Annahme einer säcularen Senkung der Samoainseln.

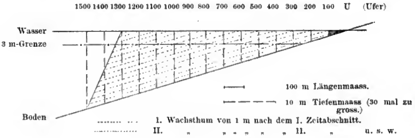
Kommt doch Graeffe selbst, der beim Anblick der vielen Atolle in der Südsee geneigt war, der Darwin'schen Theorie beizupflichten, betreffs der Samoainseln zu dem Schluss (12d):

„Der Umstand, dass die steilen Küsten den Riffgürtel ganz enthehren, zeigt hinreichend, dass auf den Inseln Savai'i und Upolu kein echtes Dammriff ein sinkendes Land umgiebt, sondern dass ein franzendes Riff alle Biegungen der äusseren Kante des Landfusses in der für Korallenbildung günstigsten Tiefe folgt."

4. Die Entstehung eines Strandriffes.

Eine Erklärung der Entstehung eines Strandriffes schien bislang nicht für nothwendig erachtet worden zu sein (Darwin sagt: With respect to fringing or shore reefs, there is little in their structure, which needs explanation; and their name expresses their comparatively small extension), da die Annahme, dass die Korallenpolypen der Brandung zu oder in derselhen am hesten gedeihen, so gut wie eine Erklärung ist. Da ich indessen aus den zu erörternden Gründen dieser allgemeinen Annahme auf Grund meiner Untersuchungen nicht beipflichten kann, will ich auch eine solche Erklärung bringen, wie sie sich mir bei der örtlichen Besichtigung der Riffe aufdrängte. Ich gehe dabei von der alten Erfahrung aus, dass eine See bei flachem Strande sich lange vorher erschöpft, ehe sie den Strand erreicht und dass dieser nur noch leicht bespült wird; die See „rollt sich auf" und verliert dadurch ihre Macht, während sie an der Steilküste als Brandung zertrümmernd und vernichtend wirkt. Jedes Korallenriff bildet gegen die See zu einen zur Stärke der vorherrschenden See oder Dünung proportionalen Ahfall, den sogenannten „Fuss" des Riffes, während der Murray-Guppy'sche „Talus" noch weiter seewärts zu suchen ist. Der Fuss hesteht aus lebenden Korallenstöcken, der „talus" aus abgelagertem Riffsand; der „Fuss" erstreckt sich von der Luv-Riffkante über eine Strecke von 100—200 m his zu einer Tiefe von ungefähr 15 m; jenseits dieser 15 m-Grenze liegt der „Talus". Der „Fuss" ist für die Entstehung jeglichen Seeriffes von grundlegender Bedeutung; ohne ihn wäre es der Riffkante nicht möglich, sich bis in die Niedrigwasserlinie zu erheben, weil er sonst durch den Anprall der Brandung vernichtet würde.

Die Schilderung soll vollständig schematisch gehalten sein; Modificationen lassen sich leicht anhringen und einfügen. Die angenommenen Zahlen sollen keine Thatsachen sein, sondern nur zur Erklärung dienen.



Die Entstehung eines Strandriffs.

Man denke sich ein Gelände, welches sanft zum Meer abfällt mit dem Gefälle von 1 : 100 m und im selhen Maasse unter dem Meeresspiegel weiterlaufend. (S. Bild.)

Vom Ufer (U) aus würden in 1500 m Entfernung 15 m Tiefe erreicht sein, welche als Grenze für riffbildende Korallen, wenigstens für deren in die Wagschale fallendes Wachsthum gelten soll.

Der Untergund sei ein Lavastrom, welcher frisch entstanden sein soll und welcher sich allmälig überall mit warzenförmigen Korallenbänken bedeckt hat.

Es sei angenommen, dass in einem bestimmten, nicht näher zu bezeichnenden Zeitraum dies Korallenwachsthum überall die Höhe von 1 m erreicht hat. (Zeitraum I.)

Es sei weiter angenommen, dass sich eine mittlere See an einem Felsen zu brechen beginnt, welcher 3 m unter der Oberfläche liegt.

Es sei mittleres Niedrigwasser als Oberfläche gesetzt. Es wird sich also nach dem ersten Zeitraum (I.) die See in 400 m Entfernung vom Ufer zu brechen beginnen, da daselbst die 1 m hoch gewachsenen Korallenbänke nur noch 3 m von der Oberfläche entfernt sind. Von diesem Punkt ab dem Ufer zu liegen nun die Korallen im Bereiche der langsam sich aufrollenden See und können, wenn auch etwas behindert, doch noch gedeihen, bis zu dem Punkte, wo die zeitweise losgerissenen Korallenstücke abgelagert werden und sich in grösserer Menge anhäufen. Das dürfte vorerst vor allem die Strecke von 100 m bis zum Ufer sein, welche im Lauf der nächsten Zeitabschnitte mehr und mehr zum Sandstrande wird, jenem „Sandstrande“, welcher im Rücken aller grösseren Strandriffe vorhanden ist und einen Theil der Uferlandschaft bildet. Dabei ist eine weitere Strecke von 100 m inlands noch unberücksichtigt, welche von der bis zu ca. 1 m hohen Fluth bedeckt zu werden pflegt und welche natürlich denselben Bedingungen unterliegt. Hierbei muss zugleich des Einflusses der Fluth auf das Korallenwachsthum insofern gedacht werden, als sie bei 1 m Höhe die in 2—3 m Tiefe gelegenen Polypen dem directen Einwirken der Brandung längere Zeit entzieht. Da von den 12 Stunden zwischen zwei Niedrigwassern zur Springzeit in mindestens 10 das Riff von Wasser bedeckt ist, zur Nippzeit die Riffe jedoch überhaupt nie zur Luft treten, so darf diesem Factor eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zugewiesen werden, wie ich überhaupt in den meisten der Arbeiten über den Bau der Korallenriffe gesehen habe, dass der Oceanographie zu wenig Beachtung geschenkt worden ist.

Was wird nun nach dem Zeitabschnitt II. der Fall sein? Die Korallenbänke sind um einen zweiten Meter in die Höhe gewachsen und die 3 m-Grenze um 100 m weiter seewärts gerückt, befindet sich jetzt also 500 m vom Niedrigwasser-Ufer (U) entfernt. Bei 400 m sind die Korallen noch 2 m von der Oberfläche entfernt, bei 300 m noch 1 m, und bei 200 m vom Wasser haben dieselben gerade die Niedrigwassergrenze erreicht. Eine Fläche von 300 m Breite (500 bis 200 m) rollt die See von der 3 m-Grenze an vollständig auf, so dass sie dem sich bildenden Riffrande nicht mehr schädlich werden kann. Hier stossen die Korallenbänke allmälig zusammen, die Zwischenräume werden durch Trümmer ausgefüllt, versintert; bei eintretender Fluth werden die Trümmer dem Lande zugetragen und die Zwischenräume zwischen Riffrand und Sandstrand ausgefüllt — die erste Anlage der Rifflagune ist, wenn auch im kleinen, erfolgt.

So geht es nun Zeitabschnitt um Zeitabschnitt weiter; nach jedem ist die 3 m-Grenze um 100 m weiter hinausgerückt, ebenso der Riffrand, während der Sandstrand seinen Standort behält; noch aber hat die Riffkante ihren schroffen Charakter nicht angenommen; noch schützt der breite Fuss die jungen Bildungen.

Dies verändert sich, je mehr sich die Kante der 15 m-Grenze nähert. Nach dem Zeitabschnitt XI ist die Riffkante 1000 m vom Ufer (U) und die 3 m-Grenze noch 300 m von dieser entfernt. Doch nun ändert sich dies. Der Fuss wird kürzer und steiler, Platz um Platz ringen die Korallen dem Meere ab, im harten Kampf mit der stärker und stärker sie treffenden Brandung, bis schliesslich bei 1300 m (in diesem Falle) vom Ufer das Meer der Riffkante gebietet: „bis hierher und nicht weiter.“ Ein 200 m breiter Fuss, welcher bis zu 15 m abfällt, bleibt die eiserne Stütze, welche die kräftigen Stösse des Meeres parirt. Gelingt es dem Fuss, auf dem seewärts durch Korallensand sich bildenden „Talus“ noch weiter fortzuschreiten, so kann auch wohl die Riffkante in ruhiger Zeit weiter vordringen. Aber hier ersteht in Sturm und Wetter ein mächtiger Feind; was in guten Jahren sich bildete, reisst ein wilder Orcan in wenigen Stunden wieder zusammen.

Wir haben den Weg vom Strande zum Meer genommen; es soll nun der Weg wieder zurück gemacht und die einzelnen Gebilde des Strandriffes dabei einer näheren Betrachtung unterzogen werden, insbesondere auch die Bildungen auf dem Riffe, die Plattform mit dem Schuttkegel. Es wird sich dabei zeigen, dass diese Gebilde, wie theilweise auch der Fuss, gewissen Theilen der Strandriffe nicht angehören, nämlich den an der Leeseite gelegenen. Die Vergleichung insbesondere auch der Riffkanten wird zu interessanten Ergebnissen führen.

5. Der Aufbau eines samoanischen Strandriffes.

Wenn wir auf dem Boden des Meeres wandernd der Küste zueilen, kommen
wir erst über Sandgrund, den — Talus,
steigen dann über lebende Korallen treppenförmig auf dem — Fuss
hinauf zur — Riffkante.
Dann auf sanft geneigtem, festem Korallenfels hinauf zur — Plattform,
über diese (und den — Schuttkegel)
zur Lagune, erst über die grosse, sanftgeneigte — Sandfläche,
dann durch den schmalen — Strandcanal
zum Sandstrand.

a. Der Talus.

Murray sagt, wie schon erwähnt, am Schlusse seiner Abhandlung (21 a):

„Es wurde gezeigt, dass Barrierenriffe vom Ufer aus gebaut haben auf einem Grund von vulkanischen Trümmern oder auf einem Talus von Korallenblöcken, Korallensediment und pelagischen Schalen.“

Murray und Guppy fassen die Bildung des Talus so auf, dass seewärts abgetragener Korallensand vor dem Riff abgelagert wird, und durch Anhäufung dieses der Meeresboden in den Bereich der riffbildenden Korallen gelangt, also ungefähr innerhalb der 20 m-Grenze, und in diesem Sinne sagt Guppy: „Riffe wachsen auf ihrem eigenen Talus.“ Nun weiss man nach Sluiter's Beobach-

tungen, dass Korallen sich wohl auf losem Grunde, selbst auf Schlamm, ansiedeln können.

Immerhin muss man aber bedenken, dass der schon erwähnte „Fuss" namentlich an der Luvseite der Riffe sehr breit ist, wie wir sogleich sehen werden. Da aber an Stelle der stärksten Brandung auch am meisten Sand und Strom gebildet wird, so müsste gerade hier der Talus näher an die Kante heranrücken, und würde das Leben hier ersticken, anstatt es zu fördern. Ich habe aber selbst weit ab vom Riff in See Korallenwachsthum am Grunde gesehen, ohne Sandinseln. Es scheint dessbalb die Bildung des Sandgrundes direct vom Riff her unter regelrechten Bedingungen unwahrscheinlich und ich schliesse mich in dieser Beziehung den Ausführungen Dana's an, welcher annimmt, dass der Sand durch die auflandige See der Gezeiten auf dem Riff angehäuft wird und nicht in die Tiefen der Oceane fällt. Walther spricht sich ähnlich aus, wenn er auch die Wirkung der See nicht anerkennt und die Rolle des Festhaltens des Sandes den ästigen Madreporen zuweist, worauf ich bei Besprechung der Entstehung des Riffsandes noch näher einzugehen haben werde.

Im Geological Report der Wilkes-Expedition (3b S. 55) giebt Dana über die Lothungen bei der Insel Clermont Tonnevre folgendes an:

Entfernung vom Riffrand	Tiefe	Grundprobe
1500 m	350 Faden	todte Korallenstücke
100 m	90 „	Korallensand
55 m	85 „	„
40 m	7 „ (12,5 m)	lebende Korallen.

In der neuesten Auflage von Corals and Coral Islands (3c S. 171) erwähnt er jedoch nur die grösseren Tiefen.

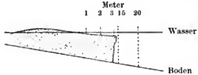
Murray giebt von Tahiti an (s. Dana 3c S. 281—283): Bis ca. 200 m weit vom Riff eine flache Gegend, theilweise mit lebenden Korallen; und weiter aussen, wo der Boden steil bis zu 200 m (45°) abfiel, waren grosse Korallenmassen und feiner Korallensand.

Da genauere Vermessungen und Grundbestimmungen zur Zeit noch recht selten sind, so ist es unmöglich, ein sicheres Urtheil über den sogenannten „Talus" zu gewinnen. Es ist ja zweifellos, dass ein rückläufiger Unterstrom seewärts zieht; dieser könnte proportional der Stärke der Brandung den Riffsand entsprechend weit hinaustragen und daselbst zur Ablagerung bringen.

Im allgemeinen gilt die seemännische Regel, dass an einem langsam ansteigenden Strand bei der 15 m-Grenze die Grundseen allmälig aufhören, welche als rückläufige oder Kreis- und Spiralströme durch die auflaufende See gebildet werden. Je stärker die See, je mehr Wassermassen durch die Winde und Gezeiten herbeigeschafft werden, desto stärker müssen die Ströme sein, welche das Wasser wieder abführen. Ein Oberstrom kann sich rückwärts nicht bilden, folglich muss das Wasser am Grunde nach der See abfliessen. Beim Riffe wird dies am stärksten nach Niedrigwasser sein, vornehmlich an der Luvkante.

Die Grundseen an den Küsten sind keine Theorien; es sind bekannte Erscheinungen, welche allenthalben beobachtet worden sind. Es ist neuerdings wiederholt betont worden, dass der kalte Humboldtstrom an der Westküste Süd-

amerikas nicht von den Polen herstammt, sondern als Auftriebwasser zu deuten ist, welches den Tiefen des Oceans entstammt. Professor Krümmel sagte mir, dass ein solcher Kaltwasserauftrieb auch wahrscheinlich die Ursache ist, warum an der Ostküste und Westküste Afrikas Riffbildungen an verschiedenen Punkten fehlen, wo sie allen Berechnungen nach doch vorhanden sein müssten. Nun, für Samoa kommen diese grossen verticalen Meeresbewegungen nicht in Betracht. Aber die kleineren erwähnten Küstengrnndseen sind doch wichtig genng, um ihnen Aufmerksamkeit zu Theil werden zu lassen. Ist es doch nicht nndenkbar, dass ein starker Grundstrom bei Fluth und Stnrm Korallenstöcke oder -Aeste von dem Fusse losreisst nnd sie seewärts trägt und dass der Fuss nnr diesen Strömen seinen allmäligen Abfall verdankt. Wäre dies nicht der Fall, so wäre es ja nicht einzusehen, warum die Korallen nicht alle gleichmässig emporwüchsen bis zu der Linie von 3 m, wo die Brandung sie direct zu treffen beginnt; dann hätten wir diese Configuration anstatt des in dem folgenden Capitel gegebenen Luvkantendurchschnitts.



Vielleicht giebt es irgendwo auch diese Form.

Es wäre wohl lohnend, diesen Verhältnissen bei späteren Untersuchungen Rechnung zu tragen.

h. Der Fnss.

Wie schon bei der Entstehung des Riffes erwähnt wurde, ist unter „Fuss“ der lebende Theil des Riffes gemeint, welcher von der Luvkante des Riffes aus allmälig seewärts abfällt. Im vorigen Abschnitt wurde schon besprochen, wodurch dies möglicherweise verursacht wird. Wie breit der Fuss in den einzelnen Fällen ist, dürfte von der Stärke und Dauer der anlaufenden See, von den Gezeitenströmen und der Configuration des Bodens abhängen. Bis zu welcher Tiefe er reicht, ist bis zur Zeit noch nicht sicher ermittelt. Im allgemeinen dürfte die 20 m-Grenze auch als Fussgrenze gelten, in der That jedoch eine geringere von 15 m schon in Betracht kommen.

Der Fuss ist der eigentliche Bildner des Riffes; hier sind die wahren grossen Korallengärten in ununterbrochener Reihenfolge, Stock an Stock, in bunten Farben sich reihend, die zu sehen nur wenig Sterblichen vergönnt ist. Viele leben Jahre auf den Koralleninseln und sind dieses Anblickes nie theilhaftig geworden. Wohl sind in den Häfen und Riffeinlässen, von denen wir sogleich zu reden haben werden, prächtige Bilder genug vorhanden; sie sind es auch im Wesentlichen, welche die meisten Beobachter schildern. Diese Bildungen sind jedoch, obwohl gleich an Ueppigkeit, doch meist nur local beschränkt, oder mehr in verticaler Ausdehnung an Bänken oder Leekanten der Riffe vorhanden, hier allerdings den Blicken nahezu immer zugänglich. Der breite Fuss dehnt sich jenseits der Brandung aus und ist wegen des steten Passates nur selten sichtbar, abgesehen davon, dass Boote gewöhnlich innerhalb der Riffe bleiben und Schiffe die Nähe der Riffkante fliehen.

Mir selbst ist es nur ein einziges Mal während mannigfacher Gelegenheit geglückt, dieses seltene Schauspiel zu geniessen:

Als nämlich am 24. Mai 1894 SMS. „Bussard und HMS. „Curaçoa" Apia mit einer Unzahl samoanischer Boote im Schlepp verlassen hatten, um die feindliche Atuapartei zum Frieden zu zwingen, wurde auf der Fahrt nach Saluafata die offene Bucht von Solosolo angelaufen. Es war noch früh am Tage, der Passat war noch nicht durchgekommen, und da es seit mehreren Tagen sehr ruhiges Wetter gewesen war, war die See, obwohl von leichter Dünung bewegt, doch so spiegelglatt, wie man sie in der Passatzone nur selten gewahrte. Beim Verlassen der Bucht bot sich ein wundervolles Schauspiel: das Schiff schien auf einem crystallenen Teiche zu gleiten, man sah von der Hütte aus den Meeresboden in ungefähr 15 m Tiefe wie einen Blumengarten in allen Farben prangen, einen Teppich von lebenden Korallen, dessen Schönheit durch die schief einfallenden Strahlen der Sonne noch erhöht wurde.

Sogar die alten Häuptlinge, welche sich an Bord befanden, an Korallenanblicke gewöhnt, waren überrascht und gaben ihrem Erstaunen so lauten Ausdruck, wie sie es sonst nur beim Anblick eines guten Gewehres zu thun pflegen. Der Anblick dauerte kaum eine Viertelminute, da das Schiff bald in tieferes Fahrwasser gelangte.

Der Korallengarten war der Fuss des Riffes, welches am Ostende der Solosolobai zungenförmig in die See vorspringt und in ziemlicher Nähe (ca. 200 m) passirt wurde.

Dana giebt übrigens auch an, dass er den Fuss der Riffe seewärts in Samoa gesehen habe, schrieb aber sein Vorkommen localen Verhältnissen und besserem Wachsthum seewärts zu.

Eine der seltenen Beobachtungen hat auch Semper (9 c S. 58) beschrieben, welche ich ihrer Wichtigkeit halber hier mittheilen will. Freilich hat er die Beobachtung nicht richtig gedeutet, indem er sie als Gegenbeweis für die Darwin'sche Theorie ausgab, was sie natürlich an und für sich nicht ist. Er schreibt:

„Es war auf meiner Fahrt nach dem Atoll Kreiangel. Nachdem ich am frühen Morgen, etwa um 9 Uhr, das Riff überschritten hatte, trieb ich mich absichtlich viele Stunden lang bis zum Nachmittag an der Aussenseite des östlichen Riffs herum, wobei ich vom schönsten Wetter begünstigt wurde. Die Untersuchung an dieser Stelle lieferte mir ein damals sehr unbequemes Resultat, ich sah deutlich, dass das Riff durchaus nicht, wie es hier sein sollte, rasch in's Meer abfällt, dagegen wohl, dass sein Abfall ein ganz langsamer ist. Tausende von Schritten konnte ich mich in senkrechter Richtung von dem Riffe entfernen, ohne den Meeresgrund aus den Augen zu verlieren; die einzelnen Korallenblöcke am Grunde waren deutlich in ihren verschiedenen Formen zu erkennen. Die See war dabei fast eben; nur das in grossen Oceanen nie fehlende leise Steigen und Fallen, der von den Engländern sogenannte Swell*), war vorhanden. Dieser

*) Wir haben das Wort „Dünung" dafür.

aber zeigte ganz die Erscheinung, wie sie an flachen Küsten überall beobachtet wird; das ansteigende Wasser hebt sich nämlich, je näher dem Lande, um so stärker, aber ganz gleichmässig und kaum dem Auge bemerkbar, bis sich endlich die Woge mit Getöse am Wall des Aussenriffs bricht. Da aber dieser Wall nicht plötzlich wie am westlichen Riff (der Seekante) aus der purpurnen Tiefe aufsteigt, so tritt auch hier eine Erscheinung ein, wie sie an ganz langsam ansteigenden Küsten beobachtet wird; auf die erste Linie der äussersten Brecher folgt eine zweite weiter nach innen liegende, und auf diese endlich meist noch eine dritte. Diese Erscheinung ist den Eingeborenen sehr wohl bekannt; um der Gefahr zu entgehen, ihr Boot durch die zweite und dritte Linie von Wogen gefüllt zu sehen, schieben sie dasselbe nach Ueberwindung der ersten Brecherlinie mit sehr langen Stangen so rasch als möglich über die Aussenfläche des Riffs hin, um auch die weiter hinaus liegenden gefährlichen Linien möglichst rasch zu passiren. An der Westseite dagegen findet sich immer nur eine einzige breite Linie von Brechern."

Semper bespricht fernerhin, wie er oft früher gelesen habe, dass an der Wetterseite der Abfall der Riffe ein sehr schroffer sei, während das hier eben gar nicht zutreffe. Dass die Ostseite von Kreiangel in der That die Wetter- und Sturmseite ist, geht schon daraus hervor, dass auf dieser Seite alle Riffinseln, im ganzen 5, liegen, während das Westriff frei von solchen ist.

Darwin beobachtete auch, dass die Luvkante nicht steil abfällt, so sagt er (2 S. 17) vom Keeling-Atoll:

„Der Holzschnitt zeigt die Form des Grundes ausserhalb des Riffes: das Wasser vertieft sich eine Strecke zwischen 100 und 200 Yards weit sehr allmälig zu 25 Faden, von wo die Seiten unter einem Winkel von 45° in den unergründlichen Ocean. Bis zur Tiefe von 10 oder 12 Faden ist der Boden ausserordentlich uneben und scheint aus grossen Massen lebender Korallen gebildet, ähnlich denen am Riffrande".

Auch Guppy kennt diesen Rifftheil wohl und nennt ihn das „growing edge of the reef".

Captain Wharton, der so viele Korallenriffe vermessen hat, sagt (32 a S. 394): „Ich muss hinzufügen, dass es Seeleuten, welche in der Navigation in den Korallenriffen erfahren sind, wohl bekannt ist, dass man geringere Lothungen häufig an den Kanten von Bänken erhält."

Man sieht, Beobachtungen für das Vorhandensein des Fusses sind genügend vorhanden, aber nirgend wird ihm, glaube ich, die Bedeutung beigelegt, die ihm zukommt.

Besonders steil hingegen ist dieser Abfall in den sehr geschützten Barrierencanälen; Murray sagt darüber:

„In den Lagunencanälen wurden die Riffe mit lebenden Korallen eingesäumt gefunden, aus- und abwärts erst einige Fuss abfallend, um dann auf einmal zu einer Tiefe von 10 bis 16 Faden abzustürzen. Viele Theile dieser inneren Riffe waren überhängend und an einigen Plätzen waren überhängende Massen neuerdings abgefallen."

Hoffmann sagt von denselben Lagunencanälen in Tahiti (25 d) (Rajatea): „Am inneren Rande ist dieses Plateau scharf ausgezackt und fällt 20, 30 bis 60 m tief steil ab zum Canal. — Die abschüssige Innenseite dieses Plateaus und damit des ganzen Korallenriffs ist die einzige Stelle, an welcher man lebende Korallen antrifft, tief hinunter, soweit man sehen kann, eine üppige Vegetation in verschiedenster Form und Farbe.“

Und von der Kante des secundären Strandriffs:

„Vom Lande aus rückt nun in den Lagunencanal hinein das Strandriff, sehr verschieden in seiner Ausbildung, oft beeinträchtigt von dem Detritus des Ufers, fast immer aber todt auf der Oberfläche, am Rande erhöht, aber nicht die Wasserlinie erreichend, und die äussere Böchung, welche steil gegen den Canal abfällt, bedeckt mit lebender Korallenvegetation.“

Leider konnte der erfahrene Capitän über die Structur der äusseren Böschung und die daselbst lebenden Korallen nichts berichten.

Dagegen sagt er vom Apiariff:

„Wenn man ausserhalb des Riffes in einiger Entfernung von der Brandung hinfährt, sieht man immer den Grund (erfahrungsgemäss weniger als 10 m Tiefe)*) und die Lothungen ergehen sehr geringe und ungleiche Wassertiefen und oft lebende Korallen“.

Weitere Beobachtungen über die Verschiedenheit dieses Abfalls liegen zahlreich vor, aber nirgends scheint es aufgefallen zu sein, dass die Brandung es im wesentlichen ist, welche die Ausdehnung des Fusses zu bedingen scheint.

Im Allgemeinen darf man sagen, je stärker und stetiger auf einer Riffstelle die See steht, desto sanft abfallender und breiter ist der Fuss, oder anders ausgedrückt, je weniger war es der Riffkante möglich, bis an die Tiefengrenze vorzudringen. Dies springt in die Augen, wenn man die Karte eines gut vermessenen Korallenhafens betrachtet und den Verlauf der 20 und 10 m Grenze verfolgt. Der offenen See zu mindestens 100 m abliegend, nähern sich diese Linien, je mehr es der Leekante des Riffes zu geht, so mehr dieser und werden schliesslich eins mit ihr. Nicht dass die lebenden Korallen daselbst seltener wären: ein Blick durch den Meereskiker (ein Blechgefäss mit einem Glasboden, auf das Wasser zu setzen) zeigt jederzeit, dass auch hier das üppigste Wachsthum herrscht, So sagt Guppy von einem geschützten Barrierencanal der Choiseul-Bai: „Hier sind die Korallen in der Brandung zahl- und artenreicher.“

Darwin und Dana geben ähnliche Beobachtungen.

Dana kommt jedoch bei der Beschreibung der äusseren und inneren Riffe zu keinem sicheren Schluss. Er sagt (3c S. 137 u. 144): „Der grosse Unterschied in der Schnelligkeit, mit welcher sich das Wasser vertieft, hängt hauptsächlich vom verschiedenen Charakter der submarinen Böschung ab. Flache Wasser können sich meilenweit ausdehnen, hauptsächlich gegenüber den prominenten Punkten und Winkeln; aber es ist gewöhnlicher das gegenseitige Extrem zu finden — grosse Tiefen in wenigen hundert Fuss.“ Von den inneren Riffen: „Der Rand

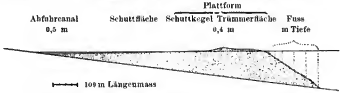
*) Das dürfte nicht unbedingt richtig für die Tropen sein, da ich im Apiahafen oft den Grund bei 13 m (durch Lothung bestätigt) gesehen habe. Siehe auch Durchsichtigkeit des Meerwassers (Abschn. V, 6).

ist gewöhnlich weniger steil: Aber hier kommt jede Variation von Abfall, vom mässig geneigten Korallenbett bis zum senkrechten Absturz, vor."

Dass letzterer nie am äusseren Riff vorkommt, erwähnt er nicht, nur dass daselbst „in wenigen 100 Fuss" eine grosse Tiefe sein könne.

Im Hafeneingang, wo meist nur leichte Dünung herrscht, kann der Riffrand soweit auswachsen, bis er sogar überhängend wird. Dasselbe ist natürlich im Barrierenriffcanal der Fall, wo das secundäre Strandriff eine Leekante darstellt. Dies hört im innersten Hafen natürlich auf, wo die Sandabfuhr von den Riffen her nur das Aufwachsen einzelner Korallenbänke gestattet.

Diese Verhältnisse vom Zurückweichen des Fusses oder vielmehr vom Vordringen der Riffkante werden durch die neu vermessene Karte des Apiahafens gut veranschaulicht (s. d.), sowie durch zwei Durchschnitte, einer durch die Luvseite und einer durch die Leeseite des West- und Ostriffes daselbst.



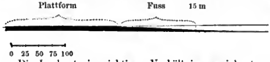
Die Tiefe in m 10 mal grösser angegeben.
Durchschnitt durch das Westriff des Apiahafens: Luvkante bei Niedrigwasser.
Vom Haus des Chief Justice in Mulinu'u aus ♂ NO. z. O. missweisend.



Durchschnitt durch das Ostriff des Apiahafens: Leekante bei Niedrigwasser.
Von der Flaggenstange am Matautu-Cap aus nach der Bake ♂ W. missweisend.
Länge- und Tiefenmaass ebenso.

Es könnte eingewandt werden, dass der Hafenabfluss es ist, welcher hier das Auswachsen des Fusses verhindert.

Aber es zeigen auch offene Rifftheile, die geschützt liegen, vor allem die kleinen Riffbuchten, bei denen eine Abfuhr nicht in Frage kommt, den steilen Abfall. Die Tiefe wirkt hier Hemmung gebietend und die Stürme sorgen dafür, dass diese Riffkanten nicht zu sehr überwachsen. (Beweise dafür sind auch die isolirten Barrieren von Vailele und Saluafata. S. die Karten daselbst.)



Die Luvkante im richtigen Verhältniss gezeichnet.
Das schwarze ist das Riff.

Deutlich kommt der Unterschied auch zur Schau bei Besprechung des Baues der Luv- und der Leekante.

c. Die Riffkante.

Luv- und Leekante, Höhlenbildung und Korallensandentstehung.

Unter Riffkante ist die Strecke gemeint von dem Rande des Korallenriffs an (bei Springniedrigwasser) bis zur Plattform. Sie ist gewöhnlich 10—20 m breit.

Wie beim Fuss, so ist es auch bei der Riffkante von grossem Belang, ob sie luvwärts oder leewärts liegt. Auch hier sind diese Unterschiede nicht genügend

auseinander gehalten worden, wie überhaupt die Morphologie der Riffe bis jetzt im Argen lag, welche doch für das Verständniss des Riffaufbaues so sehr wichtig ist.

Die Einwirkung der Brandung tritt am deutlichsten zu Tage, wenn man den Uebergang von der Kante zu der landwärts gelegenen Plattform berücksichtigt. Während nämlich die Luvkante convex im Bogen diesen Uebergang bewerkstelligt, geschieht dies bei der Leekante oft geradezu umgekehrt in concaver Aushöhlung.

So kommt es, dass wir an der ausgeprägten Luvkante eine scharfe Riffkante gar nicht besitzen: man sieht bei Niedrigwasser die Brandung einen Buckel herauflaufen und wieder zurückfliessen, auf dem nennenswerthes Korallenwachsthum nicht stattfindet. 10—50 m seewärts von der Kante findet man um diese Zeit nur Tiefen von 1—2 m, so dass man die See lange sich überstürzen sieht, ehe sie den Riffrand erreicht. Hier mit der Dünung fallend und steigend bricht ihre letzte Kraft zusammen, den steilen Rücken mit ihren Fluthen überschwemmend, wie man dies am Meeresstrande stets wahrnehmen kann. Trockenen Fusses wandert man, kleinere Pfützen vermeidend, in denen kümmerliches Leben waltet, hinauf zur ungefähr 1 m höher liegenden Plattform. Sechs Stunden später ist alles mit Wasser überdeckt; die Korallen unter dem Riffrande haben nun mindestens 1 m Wasser über sich und können mühsam ihre Nahrung suchen. Die in den Pfützen jedoch, welche zuvor friedlich ihre Tentakeln ausbreiten konnten, müssen jetzt vorsichtig arbeiten. So herrscht hier ein steter Kampf mit der Gewalt der See, Neubildung und Untergang wechselt hier mit Wind und Wetter beständig.

Anders die Leekante. Scharf abgeschnitten, wird sie nur von der leichten Dünung bei Niedrigwasser bespült. An dem abhängigen Rande stehend sieht man beim Zurückweichen der See, wenn das Wasser sich einen Augenblick glättet, unbehindert auf die bunten Korallenstöcke, wenn das Riff nicht geradezu überhängend ist. Meist sieht man den „Fuss“ in einigen Metern Entfernung in die Tiefe verschwinden, als ob man auf dem obersten Absatz einer Treppe stände. Um die Gegensätze scharf zum Ausdruck zu bringen, will ich zwei Durchschnitte hier folgen lassen:



Die Unterschiede sind deutlich genug. Natürlicherweise kommen je nach Stärke der See, Gezeitenstrom, Sandabfuhr u. s. w. alle Uebergänge und Vermischungen beider Formen vor, für welche man an Ort und Stelle nach Maassgabe obiger Ausführungen leicht die Gründe findet.



Die Luv- und Leekante bei Springniedrigwasser.

Besonders eigenthümlich ist bei der Leekante aber noch eine Bildung, welche der Luvkante aus naheliegenden Gründen im wesentlichen fehlt, eine atollartige Lagunenbildung, beruhend auf der starken Durchklüftung dieses Rifftheils. Während dieser Theil an der Luvseite mit Trümmer und Sand ausgefüllt und vercementirt wird, gemäss der starken Thätig-

keit der See, findet hier eine Trümmerbildung natürlicherweise nur in sehr beschränktem Maasse statt.

Desshalb ist die eigentliche Kante, der Balcon sozusagen der Leeseite, oft nur 2—3 m breit und nur sehr wenig über Springniedrigwasser liegend. Zahlreiche Risse und Löcher machen das Gehen auf diesem Wall unangenehm. Noch schlimmer aber wird dies, wenn man sich querab landwärts wendet. Eine nahezu $^1/_2$ m tiefe, 10—20 m breite Lagune trennt gewöhnlich den Rand von der soliden Plattform, und diese Aussenlagune mit zahlreichen lebenden Korallenstöcken geziert, erweist sich als so zerklüftet, dass ihr Passiren oft geradezu unmöglich wird, will man nicht riskiren, dass man öfters bis zur Hüfte einsinkt und sich beim Fallen die Hände zerschneidet. Eine solche Stelle ist im Apiahafen bei der Bake am Ostriff vorhanden, wo es mir trotz mannigfacher Versuche an einzelnen Stellen nicht gelang, die Schuttfläche zu erreichen. Diese Schuttfläche, welche, soweit hier überhaupt vorhanden, natürlicherweise sehr flach ist und kaum dem Wasser entragt, muss im Wesentlichen als ein Ausläufer der Luvplattform



Das Ostriff im Apiahafen bei Matautu vom Innern des Hafens aus gegen Norden.
Die Photographie stammt aus dem Jahre 1880. Oberstabsarzt Kleffel.

betrachtet werden, oder als eine Bildung der Stürme und Gezeiten. Eine Abbildung dieses Riffttheiles im Apiahafen, welche ich der Güte des Herrn Oberstabsarztes Dr. Kleffel verdanke und die um so werthvoller ist, als sie aus dem Jahre 1879 stammt, will ich nicht versäumen, hier einzufügen, da sie diese Verhältnisse sehr schön wiedergibt.

Einen genaueren Einblick in diesen Riffrand mit den vorgelagerten Korallenstöcken gestattet das nebenstehende Korallenbild.

Man sieht hier bei zurücktretender See auf einige Augenblicke die für die samoanischen Riffe so wichtigen Madreporenbeete. Nur durch wenig Wasser noch von einander getrennt, werden sie bald zusammengeflossen sein, den Riff-

rand nach aussen hin verbreiternd. Je länger sie an die Luft treten, desto mehr werden absterben, bis schliesslich der nackte Korallenfels auch hier übrig bleibt, nur noch von einzelnen niedrigen Stöcken geziert — wenn nicht ein Sturm dieser vielversprechenden Colonie ein jähes Ende bereitet.

Es ist hier der Ort, der Höhlenbildung in den Riffen noch einige Worte zu widmen. Mit einem Meereskicker bewaffnet kann man auf der Leekante der Riffe sich bei Ebbe eine der genussreichsten Stunden verschaffen im Betrachten der Thierwelt, welche mit Vorliebe diese Schlupfwinkel aufsucht. Man kann sich aber auch überzeugen, wie zerklüftet hier das anscheinend so mauerfeste Riff ist. Ich erinnere mich hierbei eines launigen Zwischenfalls im Atuakriege:



Madreporenwachsthum an der Leekante. Apia. Andrew phot.

Die Friedensunterhandlungen mit der Atuapartei waren beendigt. Die Boote des deutschen und englischen Kriegsschiffes, welche bei Hochwasser am Strande von Lufilufi angelegt hatten, hatten wegen eintretender Ebbe nach der erwähnten Riffbucht gegenüber der Grotte Fatumea verholt und barrten daselbst am Riffrande im Tiefwasser. Mit den deutschen verliessen einige englische Officiere den Sandstrand und wateten mit Säbel und gutem Zeug angethan erst durch die Lagune, dann über die kleine Schuttfläche durch die Aussenlagune den Booten zu. Kurz vor diesen hörten wir plötzlich eine englische Stimme und als wir stillstehend vorsichtig aufblickten, sahen wir einen englischen Officier bis unter die Arme eingesunken, lebhaft gestikulirend. Die herzugeeilten Samoaner und Matrosen befreiten ihn bald aus seiner misslichen Lage.

Diese Höhlenbildungen innerhalb der Riffe sind von Darwin, Dana, Semper, Rein u. s. w., kurz von allen gesehen worden, welche Korallenriffe besucht haben. Aber nirgend finde ich eine Angabe, dass ihr sichtbares Vorkommen, wie in Samoa, im wesentlichen an die Leeseite der Riffe gebunden ist, ja man ging geradezu soweit, ihr Vorhandensein der Brandung zur Last zu legen.

Eine treffende Schilderung aus dem rothen Meere verdanken wir Klunzinger (17a S. 2—4):

„Die Brumen sind tief, schluchtenartig, überhängend. Sie communiciren vielfach mit einander und mit dem Meere und dieser Theil der Klippe zeigte sich zumeist nur als die durch Spalten, Löcher und weite gyröse Krater gegen die Oberwelt geöffnete Steindecke eines grossartigen Höhlensystems. Nirgends lässt sich das Korallenleben ruhiger und gemächlicher anschauen als hier; aber solche Tage, wo die Klippen bis zum Abhange entblösst sind und zugleich die Winde ruhen, sind sehr selten".

Es scheint, als ob Klunzinger hier vom äusseren Riff, also von der Luvseite spräche. In einem Meere, das oft teichartig still ist wie das rothe Meer und wo die Gezeiten nicht einmal so ausgiebig sind wie in Samoa, lässt sich dies leicht begreifen. Dio See im Meerbusen von Suez kann weder in der Ruhe, noch im Sturme mit jenen gewaltigen langen Seeen verglichen werden, welche der pacifische Ocean auf die Korallenriffe in ununterbrochenem Wechsel wälzt. Diese Verschiedenheit geht auch aus dem Riffaufbau hervor, welchen Klunzinger an selber Stelle folgendermaassen eintheilt:

1. Ufer oder Seegraszone,
2. Stilophorenzone,
3. Vorkorallenzono (wasserbedecktes Uebergangsgebiet),
4. Abhangszone, steil abfallend.

Von denselben Gesichtspunkten geleitet, urtheilt im wesentlichen Walther, welcher erst das rothe Meer besuchte (31 a) und späterhin die Korallenriffe der Palkstrasse, jenem flachen Binnenmeer, welches zwischen dem nördlichen Ceylon, Vorderindien und der Adamsbrücke eingeschlossen liegt. In der Abhandlung darüber (31 b) widmet der Jenenser Geologe ein besonderes Capitel der Höhlenbildung auf dem Riff. Die von meinen Ansichten abweichenden Schlüsse, welche der treffliche Erforscher der Sinaihalbinsel zog, kann ich mir nicht anders erklären, als dass dieselben auf Grund der Beobachtungen in solchen verhältnissmässig stillen Meeren gewonnen sind.

Walther sagt (31 b S. 31):

„Die Entstehung solcher Höhlen wird leicht verständlich, wenn man sich der Baumaterialien erinnert, aus denen, wie wir in den vorhergehenden Abschnitten gesehen haben, ein Korallenriff gebildet wird. Wir sahen, dass zwei von einander nur indirect abhängige biologische Factoren den Bau eines Korallenriffes ausführen. Auf der einen Seite die ästige oder massige Kalksubstanz, welche durch dio Thätigkeit der Riffkorallen organisch ausgeschieden wird, welche den Zusammenhalt, ja wir dürfen sagen, die Existenz des Riffs bedingt. Zwischen dio beim Weiterwachsen der Korallenstöcke entstehenden Lücken wird ein Kalk-

sand gefüllt, welcher durch Krebse und Raubfische, vielleicht auch durch Holothurien aus den Sceletten der kalkbildenden Foraminiferen, Echinodermen, Mollusken, Bryozoen, Brachiopoden u. s. w. gebildet wird.

Nun ist ja die Existenz und der Individuenreichthum der korallophilen Fauna, welche diesen Kalksand liefert, gebunden an die Existenz der Riffkorallen, allein die speciellen biologischen Bedingungen, welche auf einem Riff eine grössere Menge solcher Thiere erzeugen, können unabhängig sein von den Bedingungen, welche das Wachsthum der Riffkorallen veranlassen und begünstigen, daher wird es uns nicht schwer, zu verstehen, dass die korallophile Fauna auf einem Riff oder Rifftheil reicher ist als auf einem andern. In Folge dessen wird an der einen Stelle mehr Kalksand gebildet als an einer andern; dort werden alle beim Weiterwachsen der Korallenstöcke gebildeten Lücken mit Kalksand ausgefüllt, hier bleiben grössere oder kleinere Lücken offen."

Diese Sandbildung durch niedere Thiere spielt gewiss im rothen Meere eine Rolle, aber auf den Inseln der Südsee, wenigstens in Samoa, ist sie doch nur von untergeordneter Bedeutung.

Bevor ich näher darauf eingehe, will ich nur mit wenigen Worten der Ausführungen Walthers namentlich in der letzten Arbeit gedenken.

Die Entstehung der grossen Haufen Sandes auf den Riffen des rothen Meeres wurde durch Keller beobachtet, der den Scheeren der Ocypoden diese Aufgabe zuwies (30). Walther hat diese Angaben bestätigt und giebt an, dass aller Riffsand durch diese Krebse gebildet wird, indem sie mit ihren Scheeren die Schalen der Mollusken u. s. w. öffnen und zerbrechen. Er führt ferner die Beobachtungen Verill's vom Meeresgrunde an und Darwin's nebst Allan's Angaben über die korallenfressenden Scarusarten und Holothurien, die im übrigen durch verschiedene gegentheilige Beobachtungen längst mindestens zweifelhaft geworden sind.

Dana sagt über die Entstehung des Riffsandes (3 c S. 232):

„Eine unfehlbare und reiche Quelle dieser Art Material ist in dem selbst sich zerreibenden Sand der Riffe zu erblicken, welcher durch die Kraft des Wassers bewegt wird. An der Seeseite von Koralleninseln und an den Ufern der grösseren Lagunen, wo die Oberfläche aufsteigt zu hohen Wellen, werden die feineren Theile fortgetragen, während der gröbere Sand liegen bleibt, um das Ufer zu bilden. Dieses Sandentstehen ist gerade so wie jede andere Sand- oder Schlammbereitung".

Wo aber die eigentliche Sandbildung sein muss, giebt Dana nicht an. Wer einmal auf einer Plattform der Südsee gestanden hat, wenn das Wasser zu steigen beginnt, der wird sich darüber nicht zweifelhaft sein. Man steht auf einem, sagen wir einmal 100 m im Geviert haltenden, Trümmerfeld aus blendend weissen Korallenstöcken; da liegen vor allem die zahlreichen Madreporenarten, welche für die Randzone der samoanischen Korallenriffe so charakteristisch sind, grosse Platten der M. cytherea, lange Stiele der M. acuminata u. s. w. in Unmassen herumgestreut.

Das Wasser steigt und wirft auf dem Abhang liegen gebliebene todte, und wenn schlechtes Wetter vorhergegangen war, frisch abgerissene Korallenstöcke in stetem Spiele hin und her und endlich auf das Trümmerfeld herauf. Wir

haben uns vor der ansteigenden Fluth, die die hell klingenden Platten durcheinander wirft, auf den Schuttkegel geflüchtet und sehen nun die Seeen näher und näher kommen, bis die Ausläufer die Trümmerfläche überfluthen und das Wasser, je stärker die Fluth und See, desto getrübter nach der Lagune hin abfliesst. Wir müssen unsern Standpunkt verlassen, eilen in das Boot und treiben, sobald es tief genug, mit dem Strome dem Lande zu, das wir bald erreichen. Zweimal wiederholt sich täglich dieses Schauspiel, wobei die brennende Sonne zur Zeit der Syzygien auf die lange Zeit freiliegenden Korallentrümmer ausserdem noch verwitternd wirkt. Ewig dauert diese mahlende, zertrümmernde Bewegung des Wassers. Was vermögen die Scheeren der verhältnissmässig wenigen Krebse gegen die stetige, elementare Gewalt der Wassermassen, welche die Gezeit zweimal täglich heranwälzt. So wird es auch erklärt, dass, je näher der Luvkante zu, desto geringer das Korallenwachsthum in der Strandrifflagune ist, und je weiter von der Trümmerfläche ab, der Korallensand um so feiner wird. Ein rückläufiger Strom kann nur kurze Zeit lang nach Hochwasser auftreten, da das Wasser durch die immer andauernde Brandung und das höhere Aussenriff abgelenkt, schliesslich alles seitlich über die Riffe abfliessen muss. Dass die „ästigen Arten vieler Korallengattungen das zwischen ihnen gebildete klastische Sediment bewahren“ und dass dadurch die Kalksande auf dem Riffplateau liegen bleiben, wie Walther ferner meint (31 b. S. 27), trifft für Samoa ebensowenig zu, wie die Bildung dieses Sandes durch Thiere, an denen (vor allem an Krebsen) das eigentliche Riff verhältnissmässig arm ist. Rein mechanische und physikalische Gründe scheinen hier in Action zu treten, wenn auch nicht abgeleugnet werden darf, wie Agassiz und Guppy sagen, dass die bohrenden Mollusken, Anneliden, Echinodermen etc. hier in vielen Fällen eine vorbereitende Rolle spielen, welche ich auch namentlich durch Anneliden an todten Poritesstöcken des öfteren zu beobachten Gelegenheit hatte. Der bohrenden Wirkung der Diadema wird noch weiter unten Erwähnung gethan werden. (Abschnitt VII. 5.)

d. Die Plattform.

(Trümmerfläche und Schuttkegel.)

Dana hat den Namen so oft gebraucht, dass ich ihn nicht gerne fallen lassen möchte. Es ist darunter die grosse Trümmerfläche verstanden, welche überall an der Luvseite der Riffe sich bildet und welche als erste Anlage der Riffinseln aufzufassen ist. Ueberall wo die See besonders stark auf das Riff aufläuft, also in Samoa besonders an der ONO.- resp. OSO.-Seite der Riffe, bildet sich auf dieser Trümmerfläche ausserdem noch ein Schuttkegel, welcher meist die Breite von 3—4 m erreicht und dieselbe um ungefähr 1 m überragt. Gebildet wird die Plattform durch die von der Brandung losgerissenen Korallenstöcke, welche hier zusammengehäuft werden. Die Trümmerfläche ist bei Hochwasser meist von Wasser bedeckt, erscheint jedoch gewöhnlich schon bei Mittel-Niedrigwasser über der Oberfläche. Natürlicherweise ist die Form dieser Bildungen sehr Wind und Wetter unterworfen, vor allem der Schuttkegel. Eine geringere Inselbildung gewahrt man im Saluafatahafen und an der NO.-Ecke des

Strandriffes bei Falefā; grössere Inseln sind die Barriereninsel bei Falealili, le Nu'usa fe'e genannt, und die Insel auf dem Rose Atoll.

Wie schon erwähnt, besteht die Trümmerfläche aus abgestorbenen todten Korallenstöcken, häufig 1—2 Fuss im Durchmesser haltend, wenn an einer exponirten Stelle liegend. Je mehr die Luvkante in die Leekante übergeht, desto geringer ist sowohl die Höhe der Trümmerfläche als auch die Grösse der Korallenstücke, welche alsdann nur noch Fingergrösse aufweisen oder gar ganz verschwinden. Die Breite der Plattform überschreitet oft 200 m, wechselt jedoch sehr; die Länge ist unbeschränkt.



Durchschnitt durch die Casinoinsel bei Saluafata.

Die Angaben Hoffmann's, dass diese „kleinen Plateaus in der Regel an tiefen Einschnitten der Upoluriffe liegen und nach der tiefen Wasserseite auffallend steil abfallen", kann ich nicht bestätigen. Jedenfalls hat ihre Genese damit direct nichts zu thun. Von den im Jahre 1880 gepflanzten Cocosnüssen auf der Saluafata-Riffinsel, welche ein Jahr später 1 m hoch gewachsen waren, fand ich nichts vor.

e. Lagune.

Von der Plattform aus sieht man landwärts bei Niedrigwasser ein grosses Feld vor sich ausgebreitet, oft mehrere Kilometer, oft nur einige 100 m breit.

Kaum merklich abfallend und mit fingergrossen Stückchen (Schuttfläche) bedeckt, vertieft sich sehr allmälig der Boden und bedeckt sich dem Lande zu mit immer feinerem Sand. Einzelne Korallenstöcke treten nun auf, aber nie kommt es zu einer grösseren zusammenhängenden Bildung. Selten geht man bei Niedrigwasser tiefer als bis zum Knie im Wasser, meist ist dasselbe dem Lande zu höchstens einen Fuss tief. Eine Vertiefung ist gewöhnlich nur unmittelbar am Strande vorhanden, in dessen Nähe im allgemeinen der sogenannte Bootscanal verläuft, welcher als Abfuhrcanal für das Riffwasser dient. Da er gewöhnlich am Strande liegt, will ich ihn Strandcanal nennen.

Im Uebrigen wechseln die Verhältnisse hier sehr und bringen die Stürme oft grosse Veränderungen hervor.

Häufig sieht man in der Lagune Steine dem Wasser entragen, todte Korallenblöcke, welche von der Sturmfluth hierher gewälzt worden sind. Selten sind sie höher als $^1/_2$ m. Häufig werden auch Steine von den Samoanern zusammengetragen, um als Auziehungspunkte für die Fische zu dienen, denen sie hier nachstellen. (VII. 4.) Die Lagune ist für die Boote der sicherste Verkehrsweg, ohne welchen es mit den Bootfahrten an den Küsten schlecht bestellt wäre.

f. Der Sandstrand.

Der Sandstrand bedarf nur noch weniger Worte; seine Bildung ist bei der Entstehung der Riffe besprochen. (IV. 4.) Eigenartig ist hier in der „Sandküste" das Vorkommen oft an mehr als 100 m breiter und langer Brackwasserlagunen,

welche Süsswasserquellen oder Flüssen ihre Entstehung verdanken. Besonders reich an solchen Lagunen ist die Gegend um Saluafata. Am Sandstrande ist eine Sandsteinbildung von Dana erwähnt (beachrock), welche rein sedimentär entsteht. Am Strande von Mulinu'u, Vailele u. s. w. ist er allenthalben vorhanden, bei Ebbe freifallend. Es handelt sich um eine gegenwärtige Bildung aus grobem Korn. Korallenstücke uud kleine Muscheln finden sich häufig eingeschlossen.

6. Die Bestandtheile der übrigen Riffformen (Barriere, Atoll) und die Definirung der Begriffe Bucht, Hafen, Riffbucht, Riffhafen, Einlass, Lagune, Bootpassage, Barrierencanal, Strandcanal, sowie über die natürliche Regulirung derselben durch Ströme.

Wir sahen bei dem Strandriff, dass es aus bestimmten Bestandtheilen in seiner vollen Ausbildung besteht.

Von den übrigen Riffformen lässt sich sagen, dass sie nur theilweise diese Bestandtheile besitzen; als neuer kommt bei den Barrieren und Atollen nur die tiefen Canäle und Lagunen hinzu.

Die Korallenbänke sind die Bildner jeder Riffform, indem durch ihr Zusammenwachsen das anstehende Riff gebildet wird.

Das Saumriff ist gleich der Leekante eines Strandriffs, es kann alles im Miniaturmaassstabe vorhanden sein; meist jedoch fehlt die Plattform und die Lagune.

Die Barriere besitzt eine Plattform. An Stelle der Lagune ist jedoch der Barrierencanal vorhanden. Innerhalb der Barriere können Korallenbänke, Saumriffe und Strandriffleekanten vorhanden sein, wofür die Tektonik des Landes maassgebend ist.

Das Atoll endlich entbehrt wie die Barriere des Sandstrandes. Eine Strandrifflagune kann andeutungsweise vorhanden sein, dann ist das Atoll eben ein Strandriff ohne Strand. Meist jedoch ist die Atolllagune tief, dann ist sie identisch mit dem Barrierencanal.

Die Plattformbildung ist bei den Atollen am stärksten vorhanden, da die in freier See gelegenen Wind und Wetter am meisten preisgegeben sind.

Es bleibt noch übrig, die Benennung einzelner Rifftheile etwas zu definiren.

Bucht und Hafen sind Bildungen, die durch Ausbuchtungen des Landes erzeugt werden. Nehmen jedoch nur Korallenriffe an ihrem Entstehen theil, so werden wir von einer Riffbucht und einem Riffhafen zu sprechen haben, was bezeichnen würde, dass dieselben blind enden, also nirgends einen Sandstrand aufweisen. Dies ist der Fall bei der Lelepabucht bei Apia, der Fangaliibucht, der von Vailele u. s. w., die man gewöhnlich auch Riffeinlässe benennt.

Kleinere Einschnitte in der Riffkante, welche man nur mit einem Boot passiren kann, werden allgemein als Bootpassagen bezeichnet. Sie haben den Zweck, das Boot aus dem tiefen Wasser, sei es aus der See, dem Hafen oder der Riffbucht in die flache Lagune zu bringen.

Das Wort Lagune wird häufig gebraucht. Man muss verschiedene auseinander halten, vor allem

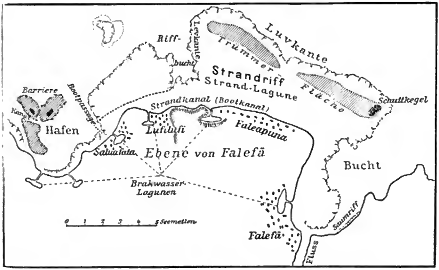
die Atolllagune,
die Strandrifflagune, kurzweg Strandlagune, und
die Brackwasserlagune auf der Sandküste.

Lagune heisst eben Stillwasser.

Ebensowenig aber als man das ruhige Wasser im Hafen Lagune nennt, sollte man das Stillwasser der Riffbuchten so benennen. Sie heissen eben Einlässe (inlet) und bei den Barrieren Canäle.

Wie schon erwähnt, kann die Atollagune sehr flach sein; sie gleicht dann der Strandlagune, welche immer durch grosse Flachheit ausgezeichnet ist, so dass bei Springniedrigwasser Boote nicht mehr passiren können, selbst nicht im Strandcanal.

Ich möchte den Namen Strandcanal für diesen Theil vorschlagen, da seine Bildung mit dem Sandstrand so eng verknüpft ist und dies eine bestimmte Unterscheidung bewirkt, namentlich gegenüber den Barrierencanälen. Ebenso Strandlagune im Gegensatz zu allen andern.



Das Atuariff mit Beispielen der Bezeichnung der einzelnen Rifftheile.

Der Strandcanal ist in der That dem Strande oft so naheliegend, dass man bei Niedrigwasser nur in dessen unmittelbarer Nähe mit einem kleinen Boot fahren kann, wenn überhaupt. Es kann dann wohl vorkommen, wie bei der Ecke von Matantu im Apiahafen, dass man mit einem Riemen im Sande des Strandes, mit dem andern in dem der Lagune pullend, fährt.

Um die Namen zu veranschaulichen, habe ich eine kleine Scizze des Strandriffes von Atua vorstehend eingefügt, welche die Bezeichnungen trägt.

Wie schon erwähnt, wird der Strom bei eintretender Fluth auflandig. Dies ist eine bekannte Thatsache daselbst. Wenn man sein Boot in der Rifflagune bei

Niedrigwasser liegen lässt und man entfernt sich ohne es festzumachen, so treibt es, sobald die Fluth eintritt und das Wasser über das Riff strömt, mit dem Strome weg dem Strandcanal zu. Da das Riff von der Plattform aus gegen Land zu abfällt (oft über $^1/_2$ m), so strömt bei eintretender Ebbe alles Wasser landwärts und eilt von dort am Strande durch die Canäle und die Seitenablässe (Bootpassagen) ab, wodurch ein Strom entsteht, der den Sand mit sich führt und in den Riffeinschnitten und Innenhäfen ablagert, wodurch daselbst das Korallenwachsthum hintangehalten wird und nur in einzelnen Korallenbänken fortzukommen vermag. Im Aussenhafen findet sich desshalb gewöhnlich nur noch Schlick. Besonders eingreifend wirken indess die Stürme, welche Ströme innerhalb der Riffe am Strande erzeugen, reissenden Giessbächen gleich. Ich habe schon bei der Beschreibung des Apiahafens (IV. 2b) und des Orcans vom März 1889 (III. 2) solcher beobachteter Ströme Erwähnung gethan. Auch von anderen Inseln (namentlich von Dana) liegen zahlreiche Angaben vor, so dass es nicht benöthigt darüber noch weitere Worte zu verlieren.

So ist es den Winden und Gezeiten zu danken, dass die Riffe offene sichere Wasserstrassen bilden, welche den kleinen Bootsverkehr innerhalb der Küstenorte ermöglichen. Ohne sie würden die Bootspassagen bald ausgefüllt und in den Buchten und Häfen würden Veränderungen eintreten, welche wir vorerst nicht absehen können. Vor allem sind es die Gezeiten, welche durch ihre Stetigkeit den Riffen ihre charakteristische Form geben und daher ist es auch zu erklären, dass an Orten, wo diese fehlen oder gering sind, scheinbar neue Riffformen auftreten, welche man indessen leicht auf die genannten Formen wird zurückführen können.

V. Zusammenfassung der Bedingungen für das Riffwachsthum.

1. Tiefengrenze des Wachsthums und Dicke der Riffe.

Dieselbe ist immer noch nicht sicher festgestellt; eigene sichere Beobachtungen kann ich auch nicht beibringen. Doch ist das sicher, dass bis zu 15 m der Fuss der Riffe sich ausdehnt. Jenseits der 20 m Grenze ist meist in Samoa Schlick gefunden worden. Jedenfalls ist die Grenze variabel und liegt zwischen 15 und 20 m Tiefe.

Guppy und Smith (Nature 1889 S. 223) haben lebende Steinkorallen bis zu 80 m gefunden und zwar letzterer von 36 m ab noch 18 genera mit 40 species. Dass dies nicht von Belang für die anstehenden Riffe ist, scheint nahezu allgemein angenommen.

Dana macht über Samoa einige Angaben unter anderen, dass bei Falealili in 40 m nur noch nackter Fels gefunden worden sei. Agassiz fand bei den Tortugas-Riffen 6—7 Faden (11—13 m), was zweifellos etwas zu gering ist; aber dies beweist doch, dass die Grenze in dieser Linie ungefähr liegen muss.

Gesetzt jedoch, dass auch noch tiefer (über 25 m darf ausgeschlossen werden) der Fuss hinabreicht, so ist doch wahrscheinlich das Wachsthum daselbst so eingeschränkt, dass es nicht mehr in Betracht kommt. Näheres siehe bei Heliotropismus und bei Talus-Bildung (IV. 5a).

Was nun die Dicke der Riffe beträgt, so ist sie bekanntlich von Darwin und Dana als recht beträchtlich „berechnet" worden auf Grund der Senkungstheorie. Bekanntlich hat Darwin für die Gambier-Riffe 2000 Fuss Dicke angegeben. Für Tahiti giebt Dana 250 Fuss an, und für Upolu 440 Fuss und bei 3° Inclination 260 am äusseren Rande (3c S. 158). Nun hat aber Hoffmann schon 1882 auf Grund seiner Lothungen darauf hingewiesen (er fand 70 m in 3 Sm. Abstand), dass die Inclination nur 3 Minuten beträgt (15d S. 233). Dies ist Dana offenbar nicht bekannt geworden.

Jukes Browne and Harrison machen nun von Barbadoes folgende Angaben (46 S. 208):

„Von obigen Berichten über die Korallenriffe, die um Barbadoes zur Zeit wachsen, können wir mehrere Thatsachen ersehen, welche Licht auf den Bau und

die Formation der gehobenen Riffe und Kalksteine werfen, welche einen so grossen Theil der Insel bedecken. Vor allem zeigt sich, dass Korallenriffe sicher aus Tiefen von 25 bis 30 Faden aufwachsen können, sodass, vorausgesetzt sie wüchsen für eine gewisse Zeitspanne beständig fort ohne jegliche Bewegung des Landes, sich ein Riff von ungefähr 180 Fuss (50 m) bilden könnte."

Dies ist an und für sich für Samoa einfach dadurch widerlegt, dass weit ausgedehnte Plateaus von dieser Tiefe sich submarin von den Korallenriffen ausbreiten, die, wenn dies möglich wäre, alsdann von Riffen bedeckt sein müssten. Ausserdem zeigen die Riffbuchten von Lelepa, Fangali'i, Lufilufi u. s. w. deutlich, dass eine plötzliche Vertiefung von 20—25 m im Untergrunde genügt, den Riffrand zu unterbrechen (s. Karte und IV. 2b).

Den beiden Autoren ist wohl die Arbeit von Sluiter unbekannt geblieben, wonach die Riffe viele Meter tief in den weichen Untergrund einsinken können. Diese gehobenen Riffe bedürfen zweifellos einer erneuten Durchsicht behufs Topographie und Petrographie. Ist es aber doch so, so muss man eine temporäre Senkung für die Erklärung zu Hilfe nehmen.

Bei festem Boden wird man annehmen dürfen, dass die Luvkante der Riffe 10—14 m dick ist, die Leekante, wenn nicht zu weit im Hafen liegend, 14—20 m.

Wird bei einer Bohrung tiefer Korallenkalk gefunden, so wird erst seine Composition bestimmt werden müssen. Es wird sich natürlicherweise auch an einzelnen Orten ereignen, dass man eigentlichen Riffkalk in grösseren Tiefen findet, denn niemand fällt es ein, temporäre Senkungen zu leugnen; wundern wird sich aber auch der ausgebildetste Antidarwinist, wenn er bei der Mehrzahl der Atolle in geringen Tiefen schon auf anderes Gestein stösst, denn die säculare Senkungshypothese sitzt einem doch gewissermaassen in den Knochen.

2. Die Einwirkung der Brandung und starker Ströme.

An der Hand der Fussbildung wurde gezeigt, dass die Brandung sehr hindernd auf das Vordringen der Riffkante wirkt. Auch die Trümmerflächen zeigen deutlich den Schaden, den die stark bewegten Wasser anrichten. Es ist dies ja auch an und für sich sehr natürlich. Trotzdem hat sich bei den meisten Beobachtern die Ansicht ausgeprägt, dass die Korallen in der Brandung besser wachsen als im stillen Wasser.

So sagt schon Ehrenberg (1b. S. 49), dass im Rothen Meer die stärksten Korallen am Riffrand vorkommen und die Brandung zu lieben scheinen. Und Chamisso erzählt von ihnen: „Die Korallen wachsen am besten in der Wogenbrandung und der Ring (der Atolle) entsteht dadurch, dass sie dem Meere entgegenwachsen."

Darwin sagt (2. S. 53) nach Besprechung verschiedener Beobachtungen: „Aus diesen Thatsachen erhellt, dass die stärksten und massigsten Korallen da gedeihen, wo sie am meisten exponirt sind."

Ferner Dana: (3c. S. 229)

„Es wurde gezeigt, dass die Korallen, die die Riffe bilden," nicht in den ruhigen und stillen Tiefen der Oceane wachsen. Sie werden in den Wogen gefunden und kommen gewöhnlich nicht tiefer als 100 Fuss vor, was weit im Be-

reich der stärkeren Wasserbewegungen ist. In einem beträchtlichen Maass wachsen sie gerade in den fürchterlichsten Brechern, welche schlagen und zermalmen, wenn sie über das Riff treiben."

Wie wir indessen beim Fusse gesehen haben, ist die Macht der See am Riffrande ziemlich erschöpft. Bei Stürmen aber steht soviel Wasser auf dem Riff (durch Auftrieb), dass dadurch hinwiederum ein gewisser Schutz stattfindet. (Laut Augenzeugen stand bei der „Adler"-Strandung weit über 1 m Wasser im Apiahafen auf dem Mittelriff. Das Schiff war desshalb noch lange in Bewegung.)

Rein und Heilprin sprechen von der Nothwendigkeit des Wellenschlages und der Brandung und Klunzinger ruft aus:

„Es ist erstaunlich, wie so zerbrechliche Gebilde, wie es viele Korallen sind, am besten da gedeihen, wo sie dem furchtbaren Anprall der Wogen ausgesetzt sind."

Ich will nur noch kurz anführen, dass sich Agassiz ähnlich aussprach und Murray insofern auch, als er sagt, dass das pelagische Leben der See viel reicher sei als im Hafen und desshalb seewärts das Wachsthum ein üppiges sei, was indessen für Samoa auch nicht richtig ist.

Es sind jedoch nicht alle Beobachter dieser Meinung. Vor allem haben in vordarwinscher Zeit die französischen Forscher Quoy und Gaimard, welche 1838 auch Samoa besucht haben, angegeben, dass ihnen zweifelhaft erscheine, ob irgend eine Korallenart bestehen, oder selbst gedeihen könne in den Brechern der offenen See. (Annales des Sc. naturelles Tome VI. p. 276.) Ferner sagt Sluiter (40):

„Dass, wie von Darwin und Murray hervorgehoben wird, der Rand des Riffes zu einer Zeit, wo derselbe noch sogar mehrere Faden unter Wasser liegt, in viel günstigerer Lage sein würde, als der mittlere Theil und dadurch zuerst in die Höhe wachsen und ein Atoll bilden würde, trifft jedenfalls bei den hiesigen Riffen nicht zu."

Und endlich noch eine deutliche Aeusserung Guppy's (24 a):

„Wie schon angeführt, sind die grossen massigen Korallen selten in der Brandung zu sehen. Sie ziehen die weniger zugänglichen Theile des Riffes ausser dem Bereich der Brandung vor. In Wirklichkeit gedeihen Korallen innerhalb der Passatbrandung nicht. Sie werden nur in Ueppigkeit gefunden am abfallenden Hange in Tiefen von 5—15 Faden, der Abhang, welcher als „growing edge" des Riffs bezeichnet werden könnte."

Einen Beweis dafür, dass in den wirklichen Brechern die Korallen nicht bestehen können, habe ich schon bei der Besprechung der Saumriffe gebracht. Ich deutete darauf hin, dass sie im Hafen überall vorhanden sind, aber der See zu, an der Steilküste mehr und mehr verschwinden, nur weil daselbst der Untergrund die Ausbildung eines Fusses nicht gestattet. Ganz fehlen sie indessen auch hier nicht, indem sie unsichtbar dem Auge einige Meter unter der Brandungslinie die steile Wand einsäumen. Dafür ist in Samoa ein Beispiel durch den Korallenstrand in der Bucht von Solosolo (IV, 2 b) erbracht, wo in der Nähe keine Korallenbildung sichtbar ist. Ausserdem erinnere ich hier an die Beobachtung Walther's am Râs Muhammed (31, a), wo ein 5—8 m breites Saumriff 1—2 m unter Wasser liegt.

Aber nicht allein die Brandung ist nachtheilig für die zartgefügten Anthozoen, auch ein starker anhaltender Strom wirkt wachsthumhebindernd. Ich führe hier nur die Angaben Semper's von den Philippinen an (9 c. 2. Theil S. 36):

„Beide Ufer des Canals sind gebildet von Korallen, die aber doch an der Nordseite, also an der Küste von Malaunari am stärksten entwickelt sind. Es sind die gewöhnlichen riffbauenden Arten, Astraeen, Porites, Madreporen u. s. w. Nun besitzen diese, wie alle grössere Blöcke bildenden Arten, die Tendenz, nach allen Richtungen hin sich auszubreiten; hier aber tritt ihnen der starke sie tangirende Strom hindernd entgegen, welcher, wie schon bemerkt, die grösste Zeit des Jahres constant in einer Richtung durch den Canal fliesst. Wäre er schwächer als die Wachsthumsstärke der Korallen ist, so würden diese den Widerstand leicht überwinden; er ist aber vielmehr stark genug, sie zu völlig verticalem Wachsthum zu zwingen. So ist das Riff namentlich an der Seite von Malaunavi nur wenige Schritte breit; aber dann stürzt es völlig senkrecht in die allerdings nicht bedeutende Tiefe ab.“

Auch von Möbius führe ich hier eine Angabe an (20 S. 29) vom Fouquetriff auf den Seychellen:

„Diese starke Strömung reinigt offenbar fortwährend den Canal zwischen den Küstenriffen und dem Dammriff von den Schlammmassen, welche die Flüsse vom Lande her in ihn hineintragen und die Wogen vom Aussenriff her hineinwerfen, und verhindert die Vereinigung des Dammriffs mit der gegenüberliegenden Küste zu einem einzigen Küstenriff.“

Brandung und Strom sind schlimme Feinde der Korallen; aber sie wissen diesen Fährlichkeiten zu trotzen und die Kraft ihrer Feinde zu schwächen und wenn nicht neue Feinde sich hinzugesellten, so würden sie in siegreichem Zuge vorwärts dringen.

3. Der Einfluss der Meeresströmungen als Nahrungsquellen.

Im vorhergehenden Abschnitt wurde schon der Murray'schen Theorie Erwähnung gethan, welche darin gipfelt, dass die Atollform entsteht durch das Wachsthum der Korallen nach aussen wegen des grösseren pelagischen Reichthums der See und nach innen hin die Lagune gebildet wird durch Auflösung des Kalkes im Seewasser. Murray sagt darüber (21a S. 508): „Die meisten dieser Organismen leben von der Oberfläche bis zu 100 Faden abwärts; bei warmem Wetter schweben sie nahe der Oberfläche, aber wenn es rauh ist, sind sie einige Faden darunter. Sie werden in den grossen oceanischen Strömen längs getragen, welche durch die Winde geschaffen sind; und wenn sie ein Korallenriff treffen, versorgen sie die Korallen an der äusseren Riffseite mit reichlicher Nahrung. Der Grund, warum die Luvseite eines Riffes lebhafter wächst, scheint dieser reichliche Nahrungszufluss zu sein und nicht die reichere Zufuhr von Sauerstoff, wie allgemein bestätigt wurde. Die Challenger-Untersuchungen zeigten, dass Sauerstoff besonders reich in allen Tiefen vorhanden war, in denen Korallen gedeihen.“

Die sonst so glorreichen Errungenschaften der Challengerexpedition haben in dieser Richtung Verwirrung angerichtet. Ich werde weiter unten beim Plankton die Daten beibringen, welche beweisen, dass das Plankton der Tropen weit ärmer

ist an Quantität, als das der gemässigten Zone, wenigstens in der Südsee, und dass von Meeresströmen als Thierstrassen daselbst keine Rede sein kann. Ebenso unrichtig ist die Annahme, dass im offenen Meer mehr Plankton sei als an der Küste resp. in den Lagunen. Natürlicherweise sind die Daten dieser berühmten Expedition für alle folgenden Beobachter leitend gewesen.

So sagt Geikie (27c): „Eine der hauptsächlichsten Bedingungen für die Riffbildung ist Ueberfluss an Nahrung für die Riffbildner und diese scheint am besten durch die grossen Aequatorialströme zugeführt zu werden.“

Semper nimmt den Einfluss eines solchen Stromes für die Palauinseln und Agassiz den des Golfstroms für die westindischen Riffe an.

Und von letzterem sagt Browne and Harrison (46 S. 206): „Ein Grund für das kräftige Wachsthum an diesem östlichen Ende der Insel (Barbadoes) ist wahrscheinlich, dass die Polypen hier eine überreiche Nahrungsversorgung durch den Golfstrom erfahren, welcher hier das Eiland bespült.“

Es soll nun nicht gesagt sein, dass für die Korallen ein Wasserwechsel nicht nothwendig wäre. Bei der Unzahl von gierigen Mägen, welche am Abhang eines Korallenriffes zusammengedrängt sind, scheint eine solche nothwendig schon aus hygienischen Gründen. Es wäre ja auch denkbar, dass bei mangelnder Wasserbewegung ein gewisser Nahrungsmangel eintreten könnte, obwohl die lebhaft beweglichen Copepoden überallhin nachdringen, wo eine Leere entsteht. Diese Krebse müssen als ein Hauptnahrungszweig der Korallen angesehen werden, da sie in jedem Planktonfang relativ reichlich vertreten waren, während die übrigen Planktoncomponenten in Samoa im Verhältniss zur Zahl der Consumenten verschwindend gering sind. Und die Copepoden wollen doch auch ernährt sein! Man denke sich nur, dass eine der zahlreichen breiten Madreporenschalen an 100 000 Polypen tragen kann, und 1 cbm Seewasser daselbst nur einige tausend Copepoden besitzt. Wenn man auch nicht annehmen darf, dass jeder dieser Polypen täglich etwas zu fressen haben muss (denn es sind ja doch nur viel Mäuler und ein Körper), so bleibt doch die Schwierigkeit, dass mehrere solcher Platten auf 1 qm kommen.

Ich will hier nicht länger bei der Planktonfrage bleiben, denn weiter unten in Abschnitt IX sind alle diese Fragen eingehend besprochen.

Die Strömungen sind für die Meere im wesentlichen nicht mehr als die Winde für die Oberfläche der Erde. Sie beide sorgen für die Wegschaffung der Stoffwechselproducte, damit keine Stagnation eintrete. Es führen die Winde ebensowenig eine besondere Menge von Sauerstoff mit sich, wie die Ströme eine besondere Menge von Plankton. Wie die grosse Zahl von Köpfen in den Metropolen den Sauerstoff der Luft nicht zu verringern vermögen, so vermögen die wenn auch viel zahlreicheren, aber so kleinen Korallenpolypen die ungeheuren Mengen von Plankton, welche der Ocean birgt*), merkbar zu decimiren. Für den Nahrungszuschub leisten die Gezeiten übergenug. Der Ströme des Meeres können wir, für Samoa wenigstens, vollständig entrathen.

*) Nach einer sehr niedrigen Berechnung sind in einer Seemeile Umkreis um das Rose Atoll gegen 1000 Tonnen (à 1000 kg) Copepodenplankton vorhanden.

4. Sterben Korallen an der Luft ab?

Darwin sagt (2 S. 10): „Ich muss zuerst bemerken, dass die riffbildenden Korallen, da sie keine Gezeitenthiere sind, beständig untergetaucht oder von den Brechern übergewaschen sein müssen. Ich wurde von Mr. Liesk versichert, einem sehr intelligenten Bewohner der Inseln, ebenso von einigen Häuptlingen von Otaheite, dass eine Aussetzung an die Strahlen der Sonne auch nur während einer sehr kurzen Zeit stets ihre Zerstörung veranlasst."

Die neueren Beobachtungen haben dies längst widerlegt.

So sagt Möbius von den Seychellen (20 S. 45): „Bei niedriger Ebbe stehen manche Korallen ohne Nachtheil in der Luft, z. B. Goniastraea retiformis und Leptoria gracilis. Während dessen bleiben die Polypen zurückgezogen und die ganze entblösste Oberfläche des Stockes ist mit Schleim bedeckt, der das Vertrocknen hindert."

Und Ortmann, einer unserer besten Korallenkenner, schreibt von Dar es Salam (48 S. 635): „Ich konnte constatiren, dass — wie schon von anderen Forschern beobachtet wurde — gewisse Korallenarten stundenlang den directen Sonnenstrahlen ohne Wasserbedeckung ausgesetzt sein können, ohne dass ihre Lebensfähigkeit dadurch geschädigt wird. Unter solchen Verhältnissen fand ich 3 Arten: Porites lutea, Coeloria sinensis und Goniastraea seychellensis."

Auch Walther macht darüber eine Angabe aus der Palkstrasse (31 S. 18): „Es war bei tiefer Ebbe, als ich mit meinem Canu und 9 Bootsleuten und Tauchern bei „Kurrysuddy" ankam und eine etwa 300 Schritt breite Riffläche theilweise vom Wasser entblösst fand. Im Durchschnitt stand 20—30 cm Wasser über den lebenden Korallenstöcken, aber gross war mein Erstaunen, als ich Schirme von Madrepora und Pocillopora 4 cm aus dem Wasser herausschauen sah. Zwar spülten die kleinen Wellen oft über diese herausragenden Korallenäste, aber mehrere Minuten lang blieben sie oft unbenetzt und dennoch schienen sie ruhig weiterzuleben."

Ich selbst habe wiederholt Madreporenstöcke namentlich an der Leekante der Riffe über Wasser gesehen, allerdings stetig von der Dünung in kleinen Zeitintervallen bespült. Einzelne Stücke davon habe ich als Belege mitgenommen.

Einen solchen Augenblick des Zurücktretens der Dünung hat auch der Photograph Andrews in Samoa benutzt, um das erwähnte Korallenbild von der Leekante zu gewinnen.

Ueber Lederkorallen besitze ich ähnliche Beobachtungen, wie sie Saville Kent in seinem Werke photographisch festgehalten hat. Das von Wasser strotzende schwammige Gewebe vermag natürlich eine stundenlange Exposition in der Sonne zu ertragen.

5. Der Heliotropismus der Anthozoen.

Ich habe darzulegen versucht, dass die Brandung, kurz, starke Wasserbewegung und die Verunreinigung des Wassers es sind, welche das Wachsthum der Riffkorallen so sehr beeinflussen. Einen neuen Factor haben wir indessen noch nicht in Erwägung gezogen, welcher namentlich ersterer stetig entgegenarbeitet, ich meine den Heliotropismus.

Trotz Brandung arbeiten die Korallen stetig dem Lichte entgegen, welches schon in geringen Tiefen eine Reduction und Zertheilung erfährt, welche wenigstens für die Ueppigkeit des Wachsthums nicht ohne Belang zu sein scheint.

Man wusste früher wenig über das Eindringen des Lichtes in die Tiefen des Meeres. Die historischen Untersuchungen mit weissen Scheiben u. s. w. sind bekannt, insbesondere die von Lorenz, Secchi, Pourtalès, Bouguer etc., welche als untere Grenze ungefähr 80 m ergaben. Forel fand dann im Genfer See auf photographischem Wege eine vier mal tiefere Grenze (ca. 350 m). Auf eine richtige Erkenntniss der Verhältnisse deuteten aber erst die Versuche von Secchi hin, über die Fuchs (43 S. 24) schreibt:

„Von Wichtigkeit erscheint auch noch das Verhalten der verschiedenen Farben beim Eindringen in das Wasser. Secchi hat auch dieser Frage seine Aufmerksamkeit zugewendet, und indem er das von der weissen Scheibe reflectirte Licht mit dem Spectroscop untersuchte, nachfolgende Resultate erhalten:

Zuerst verschwindet Roth und Gelb, hierauf Grün, zumal in einer Zone um die Frauenhofer'sche Linie b. Blau, Indigo und Violett bleiben völlig unverändert und ziemlich lebhaft, wodurch sich auch die Farbe des Meeres, ein schönes, etwas in Violett neigendes Blau erklärt.

Man hat in früheren Zeiten vielfach angenommen, dass die rothen Strahlen des Spectrums am tiefsten im Meerwasser eindringen und daraus auch die häufig rothe Farbe der Tiefseethiere erklären wollen. Die angeführten Untersuchungen zeigen jedoch, dass dies vollständig irrig sei und in der Tiefe vielmehr eine blaue und violette Farbe herrschen müsse."

Auch Aithon machte ähnliche Beobachtungen. (Roy. Soc. Edinb. 1882.) Diese relativen Angaben sind nun in neuerer Zeit von meinem einstigen Lehrer, dem Tübinger Professor Hüfner*) geprüft worden, und die Resultate Hüfner's hinwiederum haben durch die Untersuchungen von E. Aschkinass, welche biologisch leider nichts neues brachten, ihre volle Bestätigung erfahren, so dass man nun mit Sicherheit die Extinctionscoefficienten des Wassers für die einzelnen Strahlen des Spectrums kennt, allerdings nur in destillirtem Wasser. Es wäre sehr zu wünschen, dass diese Versuche mit Salzlösungen, verschieden temperirtem Wasser und bei verschiedenem Einfall der Strahlen fortgesetzt würden, damit sie auch der angewandten Physik dienstbar sind.

Aber obwohl alle diese Untersuchungen im Laboratorium gemacht sind, und nur mit destillirtem Wasser, so scheinen sie doch von besonderer Bedeutung für die Photologie des Meeres zu sein. Hüfner fand, dass durch eine 180 cm lange Säule frisch destillirten Wassers (17—18° C.) von den rothen Strahlen des Spec-

*) Die ausführliche Beschreibung befindet sich in den Annalen der Physik und Chemie Bd. 42 S. 1—17, die Resultate im Archiv für Anatomie und Physiologie, physiologische Abtheilung 1891, wo insbesondere die Biologie berücksichtigt ist.

E. Aschkinass. Ueber das Absorptionsspectrum des flüssigen Wassers und über die Durchlässigkeit der Augenmedien für rothe und ultrarothe Strahlen.

(Wiedemann's) Annalen für Physik und Chemie, Bd. 55 S. 401 1895.

trums (671—658 μ Wellenlänge) nur 49,25 % durchgelassen wurden, während von den Indigostrahlen (452—446 μ) 95,06 passirten. Er fand den Extinctionscoefficienten für erstere = 0,001709, für letztere = 0,000122. Er berechnete ferner, dass die gelben Strahlen im allgemeinen in der Tiefe von 34 m nur noch dem Vollmondslichte entsprechend vorhanden sind, dass aber schon in 10 m Tiefe durch Absorption dieser Strahlen, durch Entziehung der Complementärfarben ein Licht vorhanden sein müsse, welches uns als Cyanblau erscheint. Helmholtz fand das Sonnenlicht aus folgenden 4 Paaren Complementärfarben zusammengesetzt: (physiologische Optik Leipzig 1867).

Roth-Grünlichblau
Orange-Cyanblau
Gelb-Indigoblau
Grünlichgelb-Violett.

Die Extinctionscoefficienten für dieselben Farben sind nach Hüfner:

0,001709 — 0,000160
0,001226 — 0,000119
0,000494 — 0,000122
0,000328 —

In 10 m Tiefe sind noch folgende Werthe vorhanden:

roth $^{19}/_{1000}$
orange $^{59}/_{1000}$
gelb $^{320}/_{1000}$
blau $^{760}/_{1000}$

und in 100 m:

von grün nur noch $^{12}/_{1000}$
und von blau $^{64}/_{1000}$.

Es wird also zuerst das Roth absorbirt und ist schon in 15 m Tiefe sicher nicht mehr vorhanden, woselbst das Wasser grünlich-blau ist. Nach dem Roth schwindet das Orange; das Wasser wird cyanblau. Nach Extinction von Gelb muss das Wasser indigoblau erscheinen und in die grösseren Tiefen (500 bis 1000 m) dürfte nur noch das Violett vordringen, zu geschweigen von den wunderbaren ultravioletten Strahlen.

Für die grünen Pflanzen ist es nun schon längst sicher festgestellt, dass sie in den geringer brechbaren Strahlen am besten assimiliren;*) so fand Pfeffer (nach Hüfner), dass die Elodea canadensis im Gelb 5mal stärker als im Cyanblau, 8mal stärker als im Indigo und 14mal stärker als im Violett arbeitet. (Pflanzenphysiologie 1881.) In neuester Zeit hat auch Flammarion der Academie zu Paris Resultate solcher Untersuchungen vorgelegt, welche in den Comptes rendues 1895 (Nr. 25) enthalten sind. Danach fand er das Wachsthum einer Pflanze in verschiedenem Lichte folgendermaassen gestaltet:

*) Siehe auch Engelmann „Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zerlegung der Kohlensäure im Licht.“ Botanische Zeitung 1887. Absorption und Kohlensäure zerlegende Wirkung des Lichts in den Chromophyllkörpern der Pflanzen sind einander proportional.

		in rothem	in grünem	in blauem Licht
Höhe der Pflanze am	6. Septbr.	0,220 cm	0,090 cm	0,027 cm
„ „ „ „	27. „	0,345 „	0,150 „	0,027 „
„ „ „ „	22. Octbr.	0,420 „	0,152 „	0,027 „

Diese Daten sind in die Augen springend. Man weiss ja auch längst, dass die Chlorophyceen im Meere ziemlich an die Littoralzone gebunden sind, während Florideen von Berthold bei Capri noch in Tiefen von ca. 130 m gefunden wurden (Mitth. der zool. Station zu Neapel. Bd. III).

Für die Thiere sind mir solch' sichere Resultate nicht bekannt geworden, immerhin wenigstens genug, um hier darthun zu können, dass auch unter ihnen wenigstens gewisse Formen nicht indifferent gegen verschiedene Lichtstrahlen und das Licht überhaupt sind.

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts hat Trembley dargethan, dass die Hydrapolypen einen ausgeprägten Heliotropismus besitzen. Paul Bert stellte mit Daphnien Versuche an, indem er auf einen Trog ein Spectrum projicirte, und fand, dass dieselben in Gelb, Grün und Roth grössere Lebendigkeit zeigten und auch diese Strahlen den blauen und violetten vorzogen. Lubbock und Graber haben zahlreiche Versuche in ähnlicher Richtung gemacht. Ferner Stahl an Euglenen u. s. w. Alle diese Arbeiten sind in Loebs Aufsatz „Der Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen (Würzburg 1890) besprochen. Loeb wendet sich — etwas heftig — gegen den Ausdruck „Farbenvorliebe", „Farbengefühl", „Lust- oder Unlustgefühl" u. s. w., ich glaube mit gewissem Recht. Aus der Pflanzenphysiologie geht doch zur Genüge hervor, dass das rothe Licht für die Assimilation ungleich wirksamer ist als das blaue oder gar violette, wie überhaupt die Assimilation an das Tageslicht gebunden ist, während ja bei Nacht der thierische Process der Athmung hervortritt. Loeb berücksichtigt den Zusammenhang der Biogenese mit dem Heliotropismus, beschäftigt sich jedoch in der genannten Arbeit nur mit Landthieren. In einer späteren „Weitere Untersuchungen über den Heliotrop." (Bonn 1890. Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 47) hat er auch Seethiere in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen und gefunden, dass ein Röhrenwurm, die Serpulide Spirographis die Röhre nach dem Lichte krümmte. Interessanter sind die Resultate mit Hydroidpolypen, welche von Driesch und Loeb erzielt worden sind. Loeb fand: „Die polypentragenden Sprossen sind positiv, die Wurzeln negativ heliotropisch"; Driesch (Zoolog. Jahrbücher 1891 Syst. Bd. V.): „Die unter ungünstigen Verhältnissen von Sertularella polyzonias an Stelle von Personen erzeugten Stolonen sind bis auf den ersten, von Anfang an sich vom Licht abwendenden zuerst positiv und werden nach Erzeugung ihrer Tochterstolonen negativ heliotropisch. Sie entstehen an der dem Licht zugewendeten Seite des Mutterstolo."

Ich will nur noch eine Arbeit von Loeb und Groom im Biologischen Centralblatt Band X 1890 „Der Heliotropismus von Balanus perforatus und die periodischen Tiefenwanderungen pelagischer Thiere" erwähnen, welche indessen von Giesbrecht nicht als zuverlässig anerkannt wird (58b. S. 807). Die practischen Resultate, welche Kückenthal und Walther im ostspitzbergischen Eismeere erzielt haben (s. Deutsche geographische Blätter, Bd. XIII Heft 1 und 2), sind in

dieser Beziehung wichtiger. Sie fingen bei Tage Medusen nur in der Tiefe von 25—40 Faden, nachts jedoch an der äussersten Oberfläche. Dieses Auftauchen von Tunicaten und Medusen bei Nacht ist ja bekannt, wenn auch selten so einwandsfrei bewiesen. Es handelt sich hier allerdings um negativen Heliotropismus. Aber diese Thiere sind ja keine Kalkbildner (vergl. auch Chun).

Was können wir aus den bisher bekannten Beobachtungen für Schlüsse auf den Heliotropismus der Korallen ziehen?

Keller, dem wir viele gute Beobachtungen auf seiner Madagaskarreise verdanken, schreibt S. 61 seines Buches (30) über die Korallen im rothen Meere:

„Im ganzen verlangt die Koralle viel Licht und viel Sauerstoff zu ihrem Gedeihen; in der stürmischen Brandung ist ihr eigentliches Wohnelement. In der oberen Wasserschicht, d. h. in einer Tiefe von 3—10 m, spielt sich das Leben dieser Geschöpfe ab. Schon in 10—12 m Tiefe sind auffallend viel Korallenstöcke abgestorben. Fast alle Arten sind eigentlich lichthungrig, ihre Thiere bauen fast nur in der Richtung der starken Beleuchtung und lassen einen ausgeprägten Heliotropismus erkennen. Es scheint bisher völlig übersehen worden zu sein, dass hier die Ursache liegt, warum die Korallenbank von einem ausgedehnten Höhlensystem durchzogen wird und nicht eine compacte Masse darstellt. Eine Koralle beginnt zu bauen und breitet sich nach oben möglichst aus. Eine benachbarte Koralle macht es ebenso und schliesslich erfolgt eine Berührung, während die Basen getrennt sind. Zwei sich erhebende Korallenfelsen verhalten sich ebenso und schliesslich führt dies zu einer lacunösen Structur der ganzen Bank."

In der That lassen sich an den Leekanten der Riffe zahlreiche Beispiele von Heliotropismus finden. Jeder hat wohl schon die schönen Madreporenrasen gesehen, deren Aeste alle gleichförmig wie Kleiderhaken ihre Richtung lichtwärts genommen haben; und noch mehr: betrachtet man die einzelnen Aeste, so sieht man, wie alle Polypengehäuse lichtwärts liegen, während an der Gegenkante der Kalk ohne Polyparien ist. An den grossen Madreporenschirmen findet man niemals Polypen an der Unterfläche; alles strebt senkrecht zum Lichte empor. Es ist kein Zweifel, dass die Korallen durch ihren ausgeprägten Heliotropismus die charakteristischen Gestalten der Riffe mit bedingen.

In dieser Beziehung kommt für die Korallen wohl noch ein anderer Factor in Frage: die Kalkbildung. Murray wies mit Irvine nach, dass der kohlensaure Kalk verschiedener Seethiere aus dem schwefelsauren Kalk des Meerwassers gebildet wird (bei Gegenwart von kohlensaurem Ammoniak) und dass diese Umwandlung in warmem Wasser viel leichter erfolgt als in kaltem. Ob die „Pflanzenthiere" dazu nur die Kohlensäure des Stoffwechsels verwenden, oder ob das Coelom auch direct Kohlensäure resp. kohlensaures Ammoniak aus dem Meerwasser aufnimmt,*) ist, soviel ich weiss, noch nicht bekannt. In letzterem Falle würde es sich um eine thierische Assimilation handeln und es wäre danach leicht zu er-

*) Reichlich genug vorhanden ist ja freie Kohlensäure im Meerwasser, wie die Untersuchungen Buchanan's während der Challenger-Expedition ergeben haben. Auch Hoppe-Seyler („Ueber die Verbreitung absorbirter Gase im Wasser des Bodensees und ihre Beziehung zu den in ihm lebenden Thieren und Pflanzen." 24. Heft des Vereins für die Ge-

klären, warum die riffbildenden Korallen an die oberen Zonen gebunden sind, wo die rothen Strahlen des Spectrums noch nicht völlig absorbirt sind, an eine Zone, deren untere empfindliche Grenze schon bei 10 m Tiefe liegen muss.

6. Die Farbe und Durchsichtigkeit der Oceane.

Nach den Secchi'schen und Hüfner'schen Versuchen ist es an und für sich nicht schwer, den Grund zu finden, warum die tiefen Oceane eine solch schöne blaue Farbe besitzen. Im allgemeinen weiss man ja, dass das Meer der Spiegel des Himmels ist. Sonnenschein und Himmelblau rufen eine Meerfarbe hervor, ein röthlich schillerndes Azurblau, wie es das Mittelmeer in unerreichter Schönheit aufweist, denn hier ist der Himmel am reinsten, während in den offenen tropischen Meeren die Monsune und Passate immer eine Trübung der Atmosphäre hervorrufen. Nun weiss man aber, dass, wenn sich der Himmel bedeckt, die blaue Farbe des tropischen Meeres trotzdem fortbesteht, wenn auch nicht so glänzend und schillernd. Je mehr Licht, desto mehr Glanz, desto tiefer die azurne Bläue; natürlicherweise: denn desto tiefer dringen auch die blauen und violetten Strahlen in die Tiefe ein, während die rothen bei gleichem Absorptionscoefficienten in den oberen Schichten zurückgehalten werden. Von den blauen Strahlen haben wir gesehen, dass ihr Absorptionscoefficient schon ein sehr geringer ist; wie viel geringer ist er erst bei den violetten oder ultravioletten Strahlen! So ist es leicht zu erklären, dass Fol und Sarasin ihre photographischen Platten bei Villafranca noch in 400 m Tiefe belichtet fanden und die zoologische Station in Neapel im offenen Meer bei Capri selbst in 550 m Tiefe nach einhalbstündiger Aussetzung. (Petersen).*) Die Einwände gegen letztere Resultate sind nach Hüfner's Untersuchungen hinfällig. Von flachen Meeren weiss man wohl, dass sie die Farbe des Bodens wiedergeben. Vor allem gilt dies für die Gewässer, welche nicht viel mehr als 10 m tief sind. (Von Verunreinigung des Wassers ist hier abgesehen.)

Schwarzer und grauer Schlick, gelber Sand und grüner Algenboden, rothe Florideenwiesen u. s. w. geben dem Wasser bestimmte Tinten. Für den offenen Ocean bildet denselben Untergrund das dunkle Blau der Wassertiefen, von der Sonne belebt und genährt. Wer den schönen blauen tropischen Ocean beim Sinken der Sonne beobachtet, sieht, wie mit dem schwindenden goldenen Ball auch die Farben des Wassers dahin schwinden. Noch ist es einen Augenblick hell, wenn die Sonne gesunken ist, aber das Wasser ist dunkel, schwarzblau und verräth die Nacht, die schon in geringer Tiefe eingetreten ist und ewig in den abyssischen Tiefen herrscht.

---

schichte des Bodensees und seiner Umgebung) hat neuerdings zu Neapel folgende Daten gewonnen, die ich der Anschaulichkeit halber hier mittheilen will:

cbm Gas in 1 cbm Meerwasser

Tiefe	N.	O.	CO_2
25 m	11,64	5,3	11,3
590 m	11,2	4,3	11,5.

Zwar ist es wahrscheinlich, dass die Hälfte der Kohlensäure locker an Bicarbonat gebunden ist, doch bleibt auch in diesem Falle genug übrig.

*) s. Chun: Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen, S. 59. Bibliotheca zoologica Heft 1 1888.

Dass die Meere der kalten Zone nicht das satte Blau der warmen aufweisen, und sogar oft grünliche Töne zeigen, dürfte seine Erklärung darin finden, dass die Lichtmenge hier an und für sich eine geringere und die Atmosphäre nahezu immer voll von Niederschlägen ist. Ein schöner Sommertag bringt auch ein blaues Meer, wenn auch nie den Glanz des tropischen Oceans.

Ob die Wasserwärme, das schiefere Einfallen der Sonnenstrahlen und der Salzgehalt endlich hier nicht Modificationen hervorrufen, müssen besondere Untersuchungen hervorthun.

Ein Factor aber, dem man bislang wenig Beachtung geschenkt hat und welcher oft nicht ohne Bedeutung zu sein scheint, ist der verschiedene Planktongehalt der tropischen und der kalten Meere. Nach den Resultaten der Planktonexpedition und denen dieser Arbeit darf es ja nicht mehr zweifelhaft sein, dass die tropischen Gewässer weit ärmer an microscopischer Planktonmasse sind als die kalten. Insbesondere ist es in letzteren das zeitweise Auftreten einer Unmasse von Diatomeen, was den warmen Meeren vollständig zu mangeln scheint. (Nicht einmal die Phycochromaceen können hier in Frage kommen, da sie nur sehr zerstreut und an der unmittelbaren Oberfläche leben, ausserdem aber auch den kalten Meeren zukommen.) Vor allem ist es die Durchsichtigkeit, die Reinheit der crystallenen Fluth, welche man nur in tropischen Meeren in ihrer Vollendung sieht und welche durch die Armuth an Plankton zu erklären ist.

von Drygalski sagt in einem Aufsatz „Zur Bestimmung der Meeresfarbe" (Petermann's Geogr. Mittheilungen 1892 S. 286) von den Grönländischen Gewässern:

„Den Grundton der Meeresfarbe müssen wir, wie es sich ja auch bei den früheren Meeresforschungen herausgestellt hat, als ein tieferes Blau bezeichnen, dem Farbe I. der Forel'schen Scala recht gut entspricht. Wohl durch Beimengung organischer Substanzen, wie es sich in einzelnen Fällen durch die gleichzeitigen Planktonfänge Dr. Vanhöffen's mit Sicherheit erkennen liess, wird diese tiefblaue Farbe in bläuliches Grün, Grün und dann in bräunliche Töne übergeführt. Besonders die Davisstrasse war an bräunlichen Nüancen reich u. s. w."

Ich will hier nur noch vorweg erwähnen, dass im zoologischen Institut zu Kiel Ostseefänge gezählt worden sind, die in 1 cbm Wasser einmal 45 Millionen Chaetoceras und ein andermal 100 Millionen Rhizosolenien enthielten und dass Peck (60) noch weit grössere Mengen in der salzigen Bussard-Bay in Nord-Amerika gefunden hat. Welch ein Unterschied, wenn man, wie ich jüngst im April, öfters 15 cc Diatomeenplankton in 1 cbm Ostseewasser findet, während ich in Samoa als Höchstmaass nur 1,4 cc und dazu noch Copepodenmaterial fand. Wohl scheint es vorzukommen, dass zu gewissen Zeiten der Planktongehalt in den Polarmeeren sehr niedrig ist, wie es Vanhöffen meldet, welcher in Grönland im Februar 0,35 cc (27 m) und im September 170 cc (26 m) fand und daraus wäre es auch zu erklären, dass Scoresby von einer Durchsichtigkeit der See von 145 Meter bei Spitzbergen (was übrigens Krümmel für einen Schreibfehler hält) berichtet; das Umgekehrte ist in den Tropen zweifellos nicht der Fall, es scheint dort eben immer wenig Plankton vorhanden zu sein.

Was die Messungen im Pacifischen Ocean behufs Feststellung der Durchsichtigkeit betrifft, so will ich nur die grösseren Untersuchungsserien erwähnen, welche während der Wilkes-Expedition (1840) gemacht wurden und ca. 30 m ergaben, während Aschenborn in heimischen Gewässern an Bord S. M. S. Niobe ungefähr 3 mal weniger fand. (Annalen der Hydrographie 1888.) Im übrigen siehe hierüber die Arbeit Krümmel's über die Durchsichtigkeit des Meerwassers (39b.)

In neuester Zeit hat Professor J. Thoulet in Nancy (Bericht im Prometheus No. 340 April 1896) in einer Arbeit alle Factoren berücksichtigt. Er hält das Wasser an und für sich für blau; aber in demselben gelöste und vertheilte Stoffe bringen gelbe, grüne, rothe und braune Töne hervor. Als Factoren werden aufgeführt:

1. Tiefe des Wassers,
2. Farbe des Grundes,
3. Intensität des Himmelslichtes,
4. Erhebung der Sonne über den Horizont,
5. Temperatur und Salzgehalt, welche den Brechungsindex des Wassers verändern,
6. Bewegung der Oberfläche und Richtung der Wellenbewegung in Bezug auf den Beobachter,
7. Beschaffenheit, Grösse und Menge der vom Wasser in der Schwebe gehaltenen mineralischen oder vegetabilischen Körper (Algen),
8. die Gegenwart mikroskopischer Thiere und ihre Bewegungen, welche zum Theil vom Lichte und der Atmosphäre abhängen.

Diese Arbeit, welche mir erst nach Niederschreibung der vorhergehenden Zeilen bekannt wurde, vergisst keinen der anscheinend in Frage kommenden Punkte. Aber Thoulet scheint die Arbeit von Hüfner nicht bekannt gewesen zu sein, und über das Plankton standen ihm keine Daten zu Gebote.

Er bespricht in diesem Sinne die Ursachen der Namen des Gelben, des Weissen, des Grünen (persischen), des Schwarzen, des Purpur- und des Rothen Meeres, welch letzteres seinen Korallenbänken seinen Namen verdanken soll. Die braunrothen Phycochromaceen, das Trichodesmium Ehrenbergs erwähnt er nicht. Wenn man indessen bei Betrachtung dieses Meeres den gewöhnlichen niederen Standpunkt bei Suez wählt, so kann es einem nicht zweifelhaft sein, dass auch hier die Sonne es ist, welche diese Auslösung auf der Netzhaut bei den Israeliten hervorgebracht hat. Scharf umgrenzt in der zitternden Luft der Libyschen Wüste sinkt der goldrothe Sonnenball und setzt den Abendhimmel in purpurne Gluth. Im Osten das Sinaigebirge in rosafarbigem Schimmer, dazwischen die spiegelnde blaue See, im Widerglanz roth schimmernd, in seinem Schatten violett; was vermögen die zerstreuten gelbrothen Fladen der Algen, die wenigen kümmerlichen Korallenriffe der Ostküste oder gar die verhältnissmässig grosse Zahl von rothen Copepoden,*) welche ich daselbst fand, gegen die Grossartigkeit des Wüstenlichtes,

*) Die Oberflächenfänge daselbst, Ende Juli und Anfang August, von Giesbrecht bearbeitet (58c.), wiesen nahezu durchweg nur starkroth gefärbte Copepoden auf; der Sitz des Farbstoffs war allerdings im Parenchym, in den Oeltropfen. Im übrigen erscheint es richtig, wenn Simroth von den pelagischen Schnecken der Planktonexpedition verall-

welches nur an den Polen, wenn auch nicht an Tinten, so doch im Spiel des Lichtes übertroffen wird.

Sind es nicht dieselben Empfindungen, wenn Selenka in seinen „Sonnige Welten“ (S. 272) mit den Augen des Künstlers folgende Betrachtungen anstellt:

„Im rothen Meer und indischen Ocean fesselt vor allem der Farbenwechsel des Wassers. Bei klarer ruhiger Luft erscheint die See dunkelveilchenblau, an den Untiefen grünlich, bei schwach bewölktem Himmel kornblumen- bis lichtblau, im Reflex dunkler Wolken blaugrau, marineblau bis tintenschwarz. Eine leichte Brise wirft grünliche Tinten dazwischen und im Reflexe der Strahlen des Sonnenauf- und Unterganges glüht das Wasser wie flüssiges Kupfer.“

7. Die Wachsthumschnelle der Korallen.

Dana giebt an (3c S. 123), dass eine Mäandrina ca. 2 cm im Jahre wachse und Madreporen bis zu 7 cm (s. bei Dana weitere Angaben).

Nach Agassiz (26d) wurden Exemplare von Orbicella, Manicina und Isophyllia an einem Telegraphenkabel bei Key West im Jahre 1888 gefunden, welche 3—7 cm in 7 Jahren gewachsen waren.

Demnach schätzt Agassiz an den Floridariffen, dass sich ein Riff von 13 m Mächtigkeit in 1000—1200 Jahren gebildet haben könne.

Eigene Beobachtungen an Korallenstöcken liegen nicht vor.

Aber die Photographie von 1880 giebt einige Anhaltspunkte für die Verschiebung der Riffkante. Wenn man die Karte von 1895 betrachtet, so sieht man, dass die kleine Ausbuchtung, welche zwischen dem inneren (Bake) und äusseren Riffvorsprung liegt, sich etwas ausgefüllt hat. Es wäre dies ein Beweis für ein ziemlich ausgiebiges Riffwachsthum, zugleich ein Beweis für die Richtigkeit, dass an der Leekante im Hafen die Korallen genug Nahrung finden.

8. Temperatur und Salzgehalt.

Es wird angegeben, dass die Temperatur des Wassers nicht unter 21° C. fallen darf, wenn die Korallen noch fortkommen sollen. Alle Korallenriffe liegen innerhalb der Wendekreise mit Ausnahme der Bermudas (32° n. Br.), welche vom Golfstrom erwärmt sind. Dort kommen indessen Meerestemperaturen bis zu 19° C. vor und eine Amplitude von mehr als 12° C.

In Samoa ist die mittlere Temperatur des Meerwassers 27,5° C. mit nur sehr geringen Schwankungen.

Im neuen Segelhandbuchatlas des Stillen Oceans wird als mittlere Wasserdichte für Samoa 1027 angegeben.

---

gemeinernd sagt (Verh. der deutschen zool. Gesellsch. 1895 S. 123): „Die höchste andauernde Belichtung, welche auf der Erde möglich ist, erzeugt bei langer Dauer in den dem Lichte am meisten exponirten Theilen (bei Schnecken im Mantel und im Zusammenhange damit im Blute) die Stimmung zur Abscheidung von Farben, welche den kürzesten Wellen des Spectrums entsprechen.“

9. Der Einfluss des Süsswassers in Samoa.

Schon Dana wies darauf hin, dass die samoanischen Riffe durch die Süsswasserzuflüsse nicht in nennenswerthem Grade beeinflusst werden. Er führt unter anderen auch den wasserreichen Falefā-Fluss an, dessen Mündung durch ein Korallenriff nahezu verlegt wird, so dass der Fluss gezwungen ist, nach Osten auszuweichen. Ich führte auch schon an, dass der Mulivaifluss zu Apia direct auf das Mittelriff ausfliesst, wie auch das Flüsschen in der Solosolo-Bucht direct auf ein Riff ausmündet.

Die durch die Flüsse niedergeführten Wassermengen sind zur Trockenzeit so gering, dass eine Aussüssung wegen der Gezeiten nicht stattfinden kann. Anders ist es allerdings zur Regenzeit, da die reissenden Bergflüsse alsdann durch Erdentheile so getrübt sind, dass die Verunreinigung wohl schädlich wirken kann. Hier scheint die lange Trockenzeit alsdann ausgleichend zu wirken.

VI. Eine neue Auffassung der Entstehung der Atolle im Hinblick auf die Darwin'sche und Murray'sche Theorie.

Bei der Darwin'schen Theorie war einer der leitenden Punkte die wunderbare Form der Atolle. Vor allem wurde von Darwin und seinen Anhängern den in die Länge gezogenen Formen ein besonderes Gewicht beigelegt und betont, dass die Krater meist rund und oval, nie aber eine solche oblonge Configuration besässen. Ferner wird die Grösse vieler Atolle als Gegenbeweis angeführt und die Häufigkeit in einem engumgrenzten Gebiet.

So sagt Dana (3b S. 124): „Die Theorie der unterseeischen Krater erfordert, dass der Boden vollständig mit solchen bepflanzt wäre (70 in einem einzigen Archipel) und sie müssen alle von derselben Erhebung sein. Es ist nicht bekannt, dass so viele gleich grosse Vulkane auf einem Gebiet vorkommen. Die Andenvulkane wechseln von 1000 bis 10000 Fuss in Höhe.

Ferner giebt es Atolle von 50 Meilen Breite und 20—30 Meilen sind gewöhnlich.

Solch grosse Krater sind aber unbekannt."

Gegen die Zahl der Krater lassen sich leicht im pacifischen Gebiet Gegenbeweise finden; wie aus der Topographie Samoas hervorgeht, bilden die Samoainseln eine ununterbrochene Reihe von Kratern; 70 werden sich hier leicht aufbringen lassen.

Betreffs der Grösse der Krater liesse sich sagen, dass der grosse Krater von Haleakalā auf Hawai'i 45 km im Durchmesser hat, während Vliegenatoll in den Paumotu allerdings 60 Meilen lang (ca. 100 km) und in den Malediven sogar eines von 80 Meilen Länge ist.

Eines ist aber richtig, dass Zahl und Grösse vereint nirgend noch beobachtet worden ist, denn die Samoakrater sind nur klein und der Haleakalā ist vereinzelt, wenn auch einige grössere Krater noch auf Hawai'i ihm beigesellt sind.

Jordan sagt (18): „Die Kratertheorie ist einfach durch die Thatsache widerlegt, dass Atolle oft Grundrisse zeigen, wie sie Krater erfahrungsgemäss nie haben, z. B. fünfmal so lang als breit."

Letzteres ist zweifellos richtig. Darwin und Dana geben zahlreiche Abbildungen in ihren Büchern, so das aus 3 Ringen bestehende Metschnikoffatoll (s. Karte der Marshallinseln). welches 3 gesunkene Inseln andeuten soll; ferner werden die Gilbertinseln und die Malediven ins Treffen geführt.

Lyell war einer der Hauptvertreter der Kratertheorie, bevor er sich durch Darwin überzeugen liess; wenn man indessen die Bildung der Atolle durch säculäre Senkung von der Hand weist, so kann man der Krater doch nicht gut entrathen, da die Murray'sche Solutions- und Auswaschungstheorie wohl für die seichtlagunigen, aber nicht für die tieflagunigen Atolle befriedigt.

Man muss sich nur ein anderes Bild von dem Aufbau eines Kraters unter Wasser machen, und wird nicht annehmen dürfen, dass es sich bei den Atollgebieten in allen Fällen um versunkene oberseeische Krater handelt.

Für die ferneren Ausführungen bedarf ich folgender Grundsätze, welche wohl unbestritten bleiben dürften:

1. Atolle mit tiefen Lagunen sind bis jetzt nur in vulkanischem Gebiet beobachtet worden.
2. Vulkanische Thätigkeit kommt auch submarin vor.
3. Die Bildung submariner Vulkane und Krater erfolgt unter ganz anderen Bedingungen als in der specifisch viel leichteren Luft.
4. Die Atollgruppen pflegen meist eine gewisse Richtung zu verfolgen und die einzelnen Atolle einer Gruppe haben ihre Richtung im Ganzen in demselben Sinne.

Hierbei möchte ich im voraus an die Worte von Agassiz erinnern (26a): „Nirgend finden wir bessere Beispiele von Bildung submariner Bänke in Verbindung mit Vulkanen als in Westindien. Eine grosse Zahl von Gipfeln vulkanischen Ursprungs sind nahezu bis zur Meeresoberfläche erhoben und dienen als Grund grosser submariner Bänke. Es ist wohl auch bekannt, dass die Challenger- und Tuscarora-Lothungen eine Zahl submariner Erhebungen ergeben haben, bedeckt mit Depositen von Pteropoden- und Globigerinenschlamm, ausgedehnte Bänke bildend, welche den Grund für Barrieren und Atolle lieferten, während das vulkanische Substratum vollständig verborgen ist."

1. Die Configuration des Meeresbodens im Stillen Ocean.

Wenn wir die grösseren Atollgruppen betrachten, nämlich die Paumutu, Viti, Tonga, Ellice, Gilbert, Marshall-Inseln und Carolinen, so sehen wir, dass die einzelnen Atolle einer Gruppe nicht durch jene grosse Tiefen voneinander getrennt sind, wie z. B. die Inseln des Samoa-Archipels untereinander und von Tahiti, Marquesas, welche ja als nahezu reine Lavakegel aufzufassen sind. Die submarinen Ergüsse wurden hier durch das Wasser wenig beeinflusst. Das zusammenhängende Magma floss zwar des geringeren specifischen Gewichtes im Wasser halber nicht demgemäss zu Thale wie an der Luft. Es thürmte sich auf, während es an der Luft herabfloss, hier sanfte Böschungen bildend wie z. B. an den Hawaiikratern ersichtlich ist.

Anders aber, wenn anstatt des Magmas nur vulkanische Aschen und Sande ausgeworfen wurden. Aufwirbelnd wurden sie durch die jeweilig vorherrschenden Ströme abgeführt, und je nach Schwere früher oder später abgesetzt.

Wenn man auf der Karte die Höhenrücken des Stillen Oceans betrachtet an der Hand der Stromkarte des Segelhandbuchatlas Tafel 4, so fällt es auf, dass sie im allgemeinen die Richtung der Hauptströmungen einhalten, so die Paumutu-, Ellice-, Gilbert-Inseln die Passatdrift, die Carolinen die Ost- und Westdrift.

Nun will ich natürlich damit nicht sagen, dass jene submarinen Höhenrücken den Strömungen ihr Dasein verdanken; die Spaltenbildung der Erdkruste und die daran sich ehemals anschliessende vulkanische Thätigkeit kümmert sich wenig um die Wind- und Ausgleichsströmungen der Oceane.

Auch die Frage, ob diese Höhenzüge als primär gebildete vulkanische Erhebungen oder als Theile eines versunkenen Continents aufzufassen sind, interessirt hier nicht weiter. Als Thatsache dürfte gelten, dass überall Zeichen vulkanischer Thätigkeit nachgewiesen sind, was namentlich aus den Archipelen erhellt, wo Atolle und vulkanische Inseln zusammen vorkommen, wie in den Viti-, Tonga-, Palauinseln u. s. w., nicht zu geschweigen von Samoa.

Wenn man aber diese submarinen Höhenzüge als vorhanden betrachtet und vulkanisch thätig, so liegt es auf der Hand, dass bei tiefer Lage der Auswurfstelle die aufgewirbelten Asche- und Sandtheile durch die Ströme weit abgetragen werden, ehe sie zur Ablage kommen, und dass dadurch die Form dieser Erhebungen im Lauf der Jahrtausende sehr beeinflusst wurde. Je höher aber die Rücken steigen, je mehr werden sich isolirte Kegel auszubilden vermögen, je nach Ausdehnung und Stärke der Auswurfstellen, denn desto rascher kam das Sediment zum Absatz.

2. Submarine Vulkane und Geyserfelder als Bildner des Untergrundes für Atolle.

Im vorhergehenden wurden die Grundzüge schon beleuchtet. Weiter oben wurden schon Beispiele angeführt, dass submarine Ausbrüche mit Asche, Sand und Lapilli heute noch vorkommen.

Es darf ja sonder Zweifel angenommen werden, dass in der tertiären und posttertiären Zeit die vulkanische Thätigkeit gerade in der Südsee sehr ausgebreitet und ergiebig gewesen ist; allmälig hat seit dieser Zeit ein Erlöschen der Thätigkeit stattgefunden, welche heute nur noch an einzelnen Stellen und verhältnissmässig schwach vorhanden ist. Immerhin besitzen wir in der Südsee noch alle Abstufungen, von den Lavaergüssen in Hawaii bis zu den Warmwasserquellen und zur Solfatarenthätigkeit an den verschiedensten Orten.

Insbesondere fehlt es aber nicht an zahlreichen Beweisen von Auswürfen von Asche und Sand, worunter uns der Manu'a-Ausbruch und die Entstehung des Falcon-Island besonders interessiren (Tarawera, Krakatau u. s. w.). Bei ersterem (Manu'a) flogen, trotzdem der Krater nachher ca. 100 Meter tief unter der Oberfläche befunden wurde, die Steine viele 100 Meter hoch in die Lüfte empor; noch lehrreicher ist das plötzlich entstandene, ganz aus Asche zusammengesetzte Falcon Island, das trotz einer Höhe von ungefähr 50 m und fortdauernder Thätigkeit allmälig wieder weggewaschen wird (siehe III. 5.), ähnlich Ferdinandea im Mittelmeer.

Diese isolirten Paroxysmen sind natürlich schwache Belege gegenüber solch' grossen Atollgebieten. Man muss aber doch bedenken, dass die vulkanische Thätig-

keit der Erde jetzt in den Todeszügen liegt, und dass die geologische Zeit der vollkommenen Ruhe nicht mehr allzuweit entfernt ist. Die Erde altert.

Immerhin hat man aber an einzelnen Stellen und gerade in der Südsee noch Beispiele, wie ein solch local vulkanisches Gebiet beschaffen war, nämlich Neu-Seeland. Die daselbst vorhandene vulkanische Spalte, welche in einer Länge von 150 Seemeilen (ca. 250 km) vom Vulkane Tongariro bis zur Whakariinsel in der Bay of Plenty von SW nach NO zieht und durch Hochstetter's Beschreibung („Neu-Seeland") so berühmt geworden ist, ist ein Ueberbleibsel aus jener wild-vulkanischen Zeit. Gegen 100 Stellen sind heute noch vorhanden, wo der Dampf und das heisse Wasser dem Boden entströmt, zu geschweigen von den unzähligen kleinen Dampf-Löchern und Mofetten. Meist liegen diese Stellen und Löcher zu einzelnen Gruppen vereint, wie beim Geyserfeld von Whakarewarewa, von Tikitere, Waiotapu, Orakeikorako, Wairakei, Taupo, Tokaano u. s. w. Der Ausbruch des Tarawera-Berges, durch den im Jahre 1886 die weltberühmten Terassen am Rotomahana zerstört wurden, und die des Tongariro (Ngauruhoe und Ruapehu) sind noch in frischer Erinnerung. Auf einer Tour in dieses Gebiet (s. Globus April 1896 „Ein Planktonausflug in die vulkanische Gegend Neu-Seeland's") habe ich aber auch überall gesehen, wie diese Stellen eingeengt worden sind und wie ausgedehnt diese Thätigkeit früher gewesen sein muss. Ich habe auch daselbst gehört und gelesen, dass zwischen dem thätigen Krater der Whakariinsel und dem Festland (in der Richtung der Spalte) mehrere Quellen submarin beobachtet worden sind.

Man denke sich nun ein solches vulkanisches Feld submarin, auf einem Plateau, wie z. B. dasjenige, welches von Samoa nach NW läuft und die Ellice, Gilbert, Marshall und weiterhin die Carolinen trägt. Die Lavaergüsse, welche dieses Plateau gebildet haben, sind versiegt; Asche, Erden u. s. w. werden stetig in die Höhe getragen, breiten sich im Wasser baumförmig aus, um dann nach den Seiten sich abzusetzen. Neben den Vulkanen die zahlreichen Solfataren und Geyser, welche durch den Druck der überlagernden Wassermasse direct von oben gespeist, eine besonders ausgiebige Thätigkeit entfaltet haben müssen.

3. Die Meeresströmungen und Gezeitenströme als Anordner des Sediments.

Dieser Absatz erfolgte indessen nicht so regelmässig und ungestört, wie es scheinen möchte. Die Strömungen des Meeres tragen die suspendirte Masse fort, um sie erst in mehr oder weniger grosser Entfernung zum Niedersatz gelangen zu lassen. Aber nicht allein vulkanisches Material wird das sein; alle pelagischen Thiere, vor allem das Plankton, das mit dem Strome treibt, wird, sobald es mit dem heissen Wasser in Berührung kommt, abgetödtet und mischt sich dem Sediment bei. So wird es leicht erklärt, dass je nach Anordnung, Zahl und Thätigkeit solcher Quellen die sich bildende Kraterform eine verschiedene sein muss, dass aber im allgemeinen eine dem vorwaltenden Strome entsprechende Richtung der Atolle wird vorhanden sein müssen. Würde nun dieser Strom immer in derselben Richtung und stark sein, so müsste die Hauptanhäufung immer in der Richtung des Stroms erfolgen und zwar würde bei einem Oststrom die Anhäufung im Osten grösser sein als im Westen. Es müste also eine Hufeisenform bei einem Atoll

entstehen. In der That giebt es auch solche, namentlich in den Palauinseln (siehe Semper's Karte 9 c.), wo die 3 vorhandenen Atolle eine Oeffnung beziehungsweise Schwäche gegen Süden zeigen, da hier der an der Nordküste Neu-Guinea's nach Westen setzende Passatstrom nach Norden umgebogen ist, um in den Aequatorialgegenstrom zu münden. Wenn dieser Nordost-Strom noch durch den Südwestmonsun unterstützt wird, soll der Strom hier über 2 Seemeilen in der Stunde laufen (ungefähr 1 m in der Secunde), eine gewiss nicht zu unterschätzende Kraft. Auch in den Marshallinseln ist ein solches Hufeisenatoll, die offene Seite dem Strom zugekehrt. Leider sind diese Atolle noch nicht genügend vermessen, so dass die Angaben mit Vorbehalt gegeben werden müssen.*)

Ein solch stärkerer Strom erscheint für die Bildung eines Hufeisens nothwendig, da gröbere Stücke sehr rasch sinken, so dass sie durch einen schwachen Strom nicht wesentlich beeinflusst werden. Günstig verhalten sich aber auch die feineren Bestandtheile. Thoulet hat darüber Untersuchungen angestellt (Expériences sur la Sédimentation. Annales des Mines 1891) und gefunden, dass die Niedersetzung im Salzwasser ungleich (viele 100 mal) rascher erfolgt als in destillirtem Wasser und dass auch die Wasserwärme die Senkung begünstigt. Globigerinenschalen von 0,1 mm sanken 7 mm in der Secunde und ein Strom von 3 mm in der Secunde hob sie schon vom Boden ab, während 6 mal grössere Globigerinenschalen eines 10 mal grösseren Stromes bedurften. Ein Druck von 15 Atmosphären übte keinen merklichen Einfluss aus. Diese Untersuchungen sind nicht neu. Schon Scheerer und Schulze (s. Poggendorf's Annalen Bd. 82 1851 und Bd. 129 1866) haben solche Beobachtungen gemacht und kurz vor Thoulet der amerikanische Geologe Brewer (Memoirs of the Nat. Acad. of Sciences Vol. II 1883), welcher nachwies, dass 3 % Meerwasser alle Trübungen in 30 Minuten vollständiger abscheidet als Süsswasser in 30 Monaten (s. Krümmel 39 b S. 75).

Da die gewöhnliche ungefähr 9 Monate des Jahres andauernde Passatdrift in den Atollgebieten selten eine grössere Geschwindigkeit als $^1/_2$ Seemeile in der Stunde (= ca. $^1/_4$ m in der Secunde) erreicht und hier die Gezeitenströmungen theilweise fördernd, theilweise compensirend und gar rückstromig wirken können, so ist es wohl erklärlich, dass man es hier überall mit geschlossenen Atollformen zu thun hat, und dass nur die Richtung des Stromes im Allgemeinen in der Atollform zum Ausdruck kommt. Da die losen Partikel, als Asche u. s. w., vielfach

*) Es wurde z. B. Jaluit von S. M. „Möwe" im Juli und August 1895 4 Seemeilen westlicher liegend gefunden, als in den Karten verzeichnet ist und in dem Berichte des Commandanten, dam. Capitänlieutenant Faber heisst es unter anderem (A. H. Juli 1896):

„Was die einzelnen Atolle anbelangt, so erscheint die Mehrzahl derselben in den Karten in ihrer inneren Ausdehnung zu klein angegeben;"

und über Wind und Wetter heisst es daselbst:

„S. M. S. Möwe traf in den Monaten Juli und August vorherrschend trübes, regnerisches unbeständiges Wetter an. Der Wind, gewöhnlich südöstlich, wehte im Durchschnitt, tagsüber frischer, in Stärke 2 bis 4. Nachts flaute der Wind meist ab; es setzten aber häufig sehr harte Böen von der Stille aus ein mit Stärke 6 bis 8 und schweren Regengüssen. Frischer Westwind mit entsprechender See tritt manchmal ganz plötzlich auf; derselbe weht sich aber nach 10 bis 14 Stunden bald wieder aus und die aufgekommene See geht schnell wieder herunter."

ein nicht viel grösseres specifisches Gewicht als das Wasser haben, so ist es auch erklärlich, wie die steilen Böschungen entstehen; während sie in der Luft durch Winde und Wasser (Regen) zu Thal gefördert werden, bleiben sie hier in den stillen oder wenig bewegten Wasserschichten der Tiefe ruhig liegen und verkleben durch mechanische und chemische Verbindungen.

Man hat eingeworfen, dass solche submarine Gipfel ausserhalb der Atollgebiete nicht beobachtet seien; doch spricht Heilprin von 7 solchen Erhebungen bis zu 12 Faden unter die Oberfläche zwischen Lissabon und Teneriffa, und von 300 nachgewiesenen in allen Oceanen zusammen. Man muss mit einem Urtheil in dieser Beziehung über die Südsee vorsichtig sein, welche im Ganzen ja noch so ungenügend vermessen ist.

Ehe ich indessen zur Erörterung einiger localer Verhältnisse in der Südsee übergehe, möchte ich 3 Arten von Strömungen unterschieden wissen, solche durch Ausgleich (Meeresströmungen), durch die Anziehung (Gezeiten) und durch Winde (Driften) entstandene. Den Winddriften ist, wenn sie nicht durch perennirende Winde entstanden sind, keine grosse Tiefe zuzuweisen, während den Gezeitenströmungen, namentlich an den Küsten, grössere Wirkungen zugedacht werden müssen. Leider ist gerade darüber wenig bekannt, wie tief die einzelnen Strömungen reichen*).

Ueber die Anordnung der grossen Strömungen im pacifischen Ocean sagt Cäsar Puls in einer Arbeit, welche aus dem Material der Seewarte zu Hamburg hervorgegangen ist (Oberflächentemperaturen und Strömungsverhältnisse des Aequatorialgürtels des Stillen Oceans.**) Dissertation Marburg 1895. Seite 34—36): „Zu beiden Seiten der Kalmenzone fliessen die beiden von den Passaten hervorgerufenen Aequatorialströme über die ganze Breite des Oceans nach Westen. Der südliche Aequatorialstrom ist der bei weitem mächtigere, sowohl was Breite als auch was Geschwindigkeit betrifft. Seine Zone ist im Mittel zwischen 12° S. Br. und 5° N. Br. Die Zone der grössten Geschwindigkeit, der stärkste Stromstrich, ist der Nordrand auf der ganzen Strecke von den Galapagos an bis zur Nordküste von Neu-Guinea; hier werden zuweilen Stromversetzungen von über 100 Seemeilen in 24 Stunden gefunden. Nach Süden zu nimmt die Geschwindigkeit ziemlich rasch ab; manche Beobachtungen scheinen darauf hinzudeuten, dass ausser diesem sehr ausgeprägten, starken Stromstrich nördlich des Aequators auch südlich davon, etwa in 5° S. Br. wiederum ein weniger gut ausgeprägter Strich grösserer Ge-

*) Für den mächtigen Golfstrom liegen neuerdings Resultate in dieser Hinsicht vor von dem Commandanten des Vermessungsdampfers „Blake". In den A. H. Juni 1896 heisst es darüber: „Pillsbury's Leistung besteht darin, dass er — um genaue Strommessungen ausführen zu können — das regelrechte Ankern eines grösseren Schiffes auf offenem Meere in Wassertiefen bis zu 4 km zuerst ausgeführt und schrittweise vervollkommnet hat." Pillsbury fand mitten im Strom (15 Seemeilen Abstand) an der Oberfläche 3,1 Sm. Geschwindigkeit in der Stunde und in 238 m Tiefe noch 2,2, während er in 6 Seemeilen Abstand 2,6 Sm. und in der Tiefe 0,6 fand (jenseits der Strasse 1,7 und 1,45). Es lässt sich ermessen, dass nur verhältnissmässig wenig bei der langsamen Passatdrift für die Tiefen abfällt; dass aber die grösseren Strömungen, wie erwartet, recht tief hinabreichen, ist nunmehr sichergestellt.

**) Siehe auch die Besprechung im Globus Nr. 19 dieses Jahrgangs von Gerhard Schott, woselbst auch eine Strömungskarte.

schwindigkeit auftritt, wie er mit grösserer Bestimmtheit im atlantischen Ocean von Hoffmann nachgewiesen ist. Dieser zweite Stromstrich, der etwa von 100° bis 140° W. Lg. vorhanden zu sein scheint, kommt aber nicht klar zum Ausdruck u. s. w."

„Von etwa 140° W. Lg. an nimmt der Theil der Strömung südlich vom Aequator eine etwas südlich von West liegende Richtung (wie auch der Passat etwas nördlich von Ost weht), wodurch ein grosser Theil des Wassers unser Gebiet verlässt. Westlich von 180° hört diese Erscheinung wieder auf; das übrigbleibende Wasser sammelt sich wieder und strömt nördlich von Neu-Guinea, auf wenige Grade zusammengedrängt, wieder mit sehr grosser Geschwindigkeit, um unmittelbar vor Gilolo nach Norden umzubiegen und die Wurzel des Gegenstroms zu bilden."

„Zwischen den beiden Passatströmungen nach Osten fliesst über die ganze Breite des Oceans hin der Aequatorialgegenstrom, dessen Geschwindigkeit hauptsächlich von der südlichen Aequatorialströmung abhängt: ist diese stark, so ist auch der Gegenstrom stark, erreicht jedoch niemals, ausser am äussersten Westende, wo er durch den Monsun unterstützt wird, dieselbe Geschwindigkeit, wie der Nordrand jener, bleibt vielmehr um mindestens $^1/_4$ dahinter zurück."

„Das ist gewöhnlich das Normalbild, das die Strömungen so lange innehalten, wie es nur irgend geht; sie lassen sich nur ungern und nach langem Kampfe mit widrigen Winden zwingen, andere Bahnen einzuschlagen und kehren sofort wieder zum Normalzustand zurück, sobald die widrigen Verhältnisse aufgehört haben, ohne erst die Gunst des Windes abzuwarten. So verdrängen die Monsune das Westende des nördlichen Aequatorialstroms nur langsam aus dem Gebiet zwischen Philippinen und Marianen und nur während der drei Monate Juli bis September gelingt ihnen das zumeist."

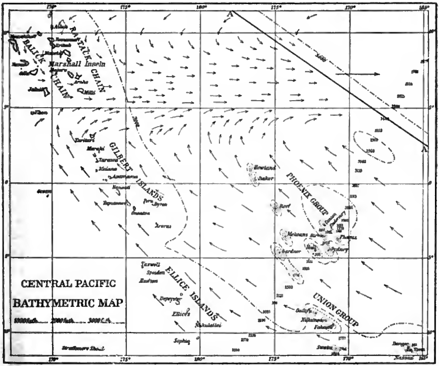
„Aehnlich ergeht es dem Westende des südlichen Aequatorialstroms, der aber wohl nur im December nördlich von Neu-Guinea und weiter östlich unterdrückt wird; es herrscht zu dieser Zeit wohl keine ausgeprägte Strömung hier."

„Den härtesten Kampf aber hat der Gegenstrom zu führen. Er ist keine vom Wind hervorgerufene Strömung, wie die Aequatorialströme, sondern eine Ausgleichsströmung, die die grossen Wassermassen, die die Passatdriften (besonders die der südlichen, denn die der nördlichen können in der Hauptmasse nach Norden abfliessen) nach Westen geführt haben, wieder abführen muss. So ist sie weniger vom Winde abhängig als die Driftströmungen; sie muss bestehen, so lange die Passatströmungen bestehen."

Die Atollgebiete, welche zur Betrachtung kommen können, sind die Paumutu-, die Ellice-, (Union- und Phoenix-), Gilbert- und Marshallinseln, von denen Karten beigegeben sind. Von den übrigen Gebieten auch die Carolinen, Palauinseln, während in den Viti- und Tongainseln die Strömungen nicht ausgeprägt genug sind. Es sei nur die mindestens $^2/_3$ des Jahres andauernde Passatzeit berücksichtigt.

In der reinen Passatdrift liegen die nördlich von Samoa gelegenen Ellice-, Union-, Phoenix- und Gilbertinseln. Die Drift ist bei Puls von Ost nach West

und sogar theilweise nach Südwest markirt. Doch ist bestimmt anzunehmen, dass sie dem häufig aus mehr südöstlicher Richtung wehenden Passat zufolge eine Richtung von OSO nach WNW hat. wie auch der Wind im Segelhandbuchatlas vermerkt ist. In dieser Richtung liegen auch die meisten Atolle dieser Gruppen, bis auf die nördlichsten der Gilbertinseln, welche eine mehr quere Lage haben, da sie schon in die Schlingen des Aequatorialgegenstromes hineinreichen. Beiliegende Karte aus Dana's Buch ist in diesem Sinne mit Pfeilen versehen.



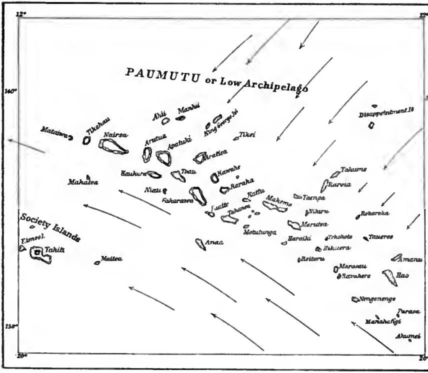
Karte aus Dana's „Corals and Coral Islands", welche sehr schön die Richtung der Atolle und submarinen Bänke im Sinne der Südostpassatdrift zeigt (bis zu den Marshall-Inseln hin). Die Pfeile deuten die Strömungen an.

Wichtiger sind die Paumutu und Marshallinseln, welche von verschiedenen Strömen heimgesucht werden. Erstere von OSO nach WNW ziehend, werden an der Südwestseite von der SO-Passatdrift bestrichen, während die NO-Seite von einem nahezu quer einlaufenden Strome getroffen wird, welcher als Kreisstrom nach Südosten abgelenkt wird (s. Segelhandbuchatlas, Taf. 4.). Das Kärtchen der Paumutu-Inseln, welche, wie die folgende der Marshall-Inseln von dem Obersteuermannsmaaten Höflich im Kartendepot der Kaiserlichen Werft zu Kiel auf das genaueste angefertigt wurde, zeigt. dass die Atolle an der SW-Kante der Passatdrift folgen, während die nordöstlichen im Sinne des quer einlaufenden Stroms liegen. (Siehe umstehende Karte.)

Besonders lehrreich sind die Marshall-Inseln (siehe nebenstehende Karte). Die nördlichsten liegen in der NO-Passatdrift, welche nach Süden umbiegend in ca. 8° n. Br. in den Aequatorialgegenstrom einmündet. Die Atolle folgen den Windungen des Stromes, wie das Specialkärtchen zeigt.

Da diese Inseln im Laufe der nächsten Jahre durch S. M. S. „Möwe“ genau vermessen werden sollen, so darf man weitere interessante Aufschlüsse erwarten.

Die Carolinen, welche grösstentheils im Aequatorialgegenstrom liegen, scheinen im Allgemeinen auch die Richtung dieses Stromes einzuhalten. Sie sind indessen zu wenig bekannt, um als Anhalt dienen zu können. Eine ausgesprochene West-Ost-Richtung hat indessen die im selben Strome gelegene einsame Palmyra-Insel, während die etwas südlicher gelegene Weihnachtsinsel eine mehr südöstliche Richtung hat.



Die Pfeile deuten die Stromrichtung der Passatzeit an.

Von den Palauinseln wurde schon gesagt, dass die 3 nördlich gelegenen Atolle nach Semper alle nach Süden offene Hufeisen bilden. Sie werden an dieser Seite von einem starken Strom getroffen.

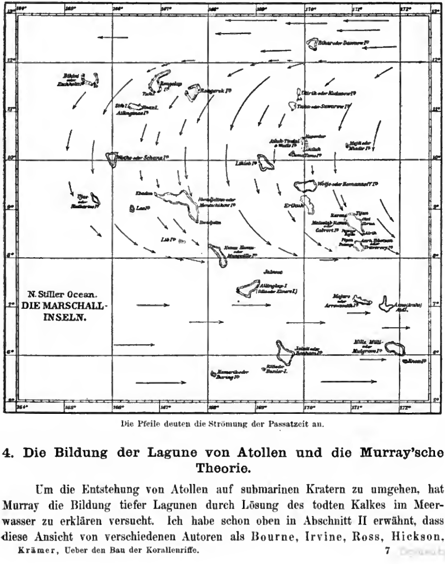
Eine südöstliche Richtung hat auch das grosse Atoll Ongtong-Java bei den Salomonsinseln, welches in der Passatdrift liegt.

Leider sind allenthalben die Vermessungen noch so wenig gefördert, dass genauere Ausführungen noch nicht erlaubt erscheinen. Ich gebe die Daten dess-

halb nur, um die Aufmerksamkeit auf diesen Zusammenhang von Atoll und Strom zu lenken.

Ich kann es jedoch hierbei nicht unterlassen, nochmals darauf hinzuweisen, dass dieser Zusammenhang nach meiner Meinung durchaus nicht überall vorhanden zu sein braucht und dass kaum an irgend einer Stelle des pacifischen Oceans der Strom jahraus jahrein in derselben Richtung fliesst, dass ferner Winde und vor allem die Gezeiten überall modificirend wirken.

Ich glaube nur, dass die an einem Orte vorwiegenden Ströme bei Anordnung des Auswurfs submariner Eruptionsstellen, wenn dies Material günstig war, den in diesem Gebiet gelegenen Atollen ihre charakteristische Gestaltung gegeben haben.



Die Pfeile deuten die Strömung der Passatzeit an.

4. Die Bildung der Lagune von Atollen und die Murray'sche Theorie.

Um die Entstehung von Atollen auf submarinen Kratern zu umgehen, hat Murray die Bildung tiefer Lagunen durch Lösung des todten Kalkes im Meerwasser zu erklären versucht. Ich habe schon oben in Abschnitt II erwähnt, dass diese Ansicht von verschiedenen Autoren als Bourne, Irvine, Ross, Hickson,

Sluiter, Agassiz u. s. w. nicht getheilt wurde, welche jedoch in den übrigen Punkten Murray beipflichteten.

Unter andern stellte Irvine (Nature 1888, S. 461) Messungen über die Löslichkeit des Korallenkalkes im Meerwasser an und fand dieselbe gleich 5 bis 20 Unzen (ca. 150—600 g) in einer Tonne (1000 kg). Er berechnete, dass in der Lagune eines Atolls von $^1/_2$ Meile (1000 m) Durchmesser und 3 Fuss (1 m) Tiefe ungefähr 100000 Tonnen Wasser sind und davon $^1/_6$ bei jeder Fluth erneuert wird, woraus sich ergeben würde, dass jährlich ungefähr 3000 Tonnen Kalkes im Seewasser abgeführt würden.

Wenn man nun annimmt, dass das Atoll an der Riffkante 3000 m Umfang hat, so würde also auf 1 m Kante eine Tonne Kalk kommen, welcher von den wachsenden Korallen des Fusses durch Trümmerbildung auf der Plattform ersetzt werden müsste.

Die in Betracht kommende Breite des Fusses zu 100 m gerechnet und das Wachsthum der Korallen zu 1 cm durchschnittlich im Jahr (siehe Abschnitt V, 7), würde dies gerade 1 cbm Kalk = ca. 6000 Kg (6 Tonnen) geben.

Da die Zahlen niedrig gerechnet sind, so erhellt daraus, dass der Ersatz des aufgelösten Kalkes von aussen her leichthin möglich ist.

Bei grossen Atollen liegt dies freilich weit ungünstiger, da die Fläche sich vergrössert, die Riffkante jedoch dieselbe bleibt. Hier fällt aber die grosse Tiefe der Lagune ins Gewicht und es wäre hier geradezu nothwendig anzunehmen, dass die Korallen aus derselben Tiefe aufgewachsen sind, was den Erfahrungen widerspricht.

Für die kleineren flachen Atolle, deren Lagune zum Theil versandet ist, fällt es nicht schwer, eine Erklärung zu finden. Die Bildung kann auf einer submarinen umgrenzten Erhebung stattfinden; wenn die Korallen in den Bereich der Dünung kommen, wird der leewärts liegende Theil mit Trümmern bedeckt, während nach aussen hin der Riffrand sich mittelst des Fusses an die Oberfläche erhebt.

Jedes Strandriff bildet ja einen Sector eines solchen Atolls, nur dass die Versandung dort durch den Strom geregelt ist.

Man muss den Gezeiten-Strömen vor allem bei der Offenhaltung der Atoll-Lagunen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung beilegen.

Bei den kleinen Atollen kommen sie nicht genügend zur Geltung; die Dünung wirkt von allen Seiten, wenn auch an der Luvseite stärker; die Zufuhr überwiegt hier die Abfuhr, je kleiner je mehr.

Je grösser das Atoll ist, je mehr dreht sich das Verhältniss ins Gegentheil um.

Für die grossen Atolle mit den bis zu 100 m tiefen Lagunen, wie in Viti, Paumutu u. s. w., kann man der Präformirung eines Untergrundes in oben besprochener Weise nicht gut entrathen.

Für die Offenhaltung solcher Lagunen kommen aber zweifellos neben den Unterströmungen, wie sie Murray für die schottischen Seen nachwies (durch Wind, Nature 1888 S. 479) auch noch die Ströme in Betracht, welche durch die tiefen Spalten und Löcher des Riffkranzes direct in die Tiefe der Lagune dringen. Solche Durchlöcherungen und Höhlungen, wie sie schon oben (Abschnitt IV, 5 e) be-

sprochen wurden, sind für zahlreiche Atolle von Darwin, Dana, Semper, Graeffe u. s. w. erwähnt und beobachtet, also nachgewiesen.

Die Bildung von Sedimentbänken (Globigerinenkalk), wie sie Murray angiebt, sind ja auch keine Theorie, sondern Thatsache. Die Möglichkeit einer indirect vulkanischen Entstehung habe ich schon im vorhergehenden Capitel besprochen, wie schon weiter oben die Ernährungsfrage der Korallen. Wohl bietet die Lösungs- und Sedimenttheorie Murray's eine wesentliche Unterstützung, aber zu einer Erklärung dieser merkwürdigen Bildungen scheinen mir sie allein nicht zu genügen.

5. Tektonik des Untergrundes.

Wie für die Sinaihalbinsel, so haben auch die Worte Walther's in vollem Umfange für Samoa Geltung: „Nur indem man ein Korallenriff als tektonisches Glied des benachbarten Küstengebirgssystems betrachtet, kann man ein Urtheil abgeben über die Ursache seiner Entstehung" (31a S. 4).

Die Gründe für die Anwendung derselben auf Samoa sind des längeren bei Beschreibung der dortigen Küste ausgeführt. Es erübrigt nur noch nachzuweisen, dass der Küste vorgelagerte Bänke, die zur Bildung von Barrierenriffen führen könnten, auch anderweitig vorhanden sind. In der Ostsee ist eine solche der Stoller Grund und Mittelgrund bei Kiel; ich erinnere ferner an Helgoland, das westwärts an der Steilküste eine submarine Barriere besitzt, an der sanfteren Ostküste die Sanddüne. Wäre Helgoland tropisch, so würde es im Westen von einem Barrierenriff, im Osten von einem Strandriff begrenzt sein. Zahlreiche Beispiele liessen sich beibringen.

Merkwürdig erscheint es oft, dass Tahiti von Barrierenriffen umgeben ist, während Samoa unter denselben Bedingungen liegend, derselben nahezu ganz entbehrt. Die Barrierenriffe kommen aber überall dort nur an der Steilküste vor, während der flachen Westküste der Hauptinsel Strandriffe vorgelagert sind.

Die Challenger-Expedition hat die Tektonik des Untergrundes im pacifischen Ocean wesentlich den Foraminiferen zur Last gelegt. Es wurde gefunden, dass der kohlensaure Kalk in grösseren Tiefen verschwand, während der Untergrund in seichteren Tiefen reich an Kalk war.

Die Analysen sind kurz folgende (22):

Zahl der Proben	Tiefe	% Kalkgehalt des Schlammes
14	bis 500	86,0
24	1000—1500	70,0
42	1500—2000	69,5
68	2000—2500	46,7
65	2500—3000	17,0
8	3000—3500	0,88
2	3500—4000	0,00
1	über 4000	Spuren

Wie bekannt hat Murray darauf seine Theorie der Entstehung der steilen Böschungen gefusst. Allein zugegeben, dass dies richtig ist, so erscheint die Bildung tiefer Lagunen auf flachen Sedimentbänken nach wie vor unerklärlich.

6. Die einstige Lösung der Frage. Bohrungen.

Schon oben habe ich angeführt, dass Murray mit weitgehendem Blicke den irischen Geologen Sollas zu veranlassen vermochte, die zur Zeit sich bietende Gelegenheit der Vermessung der im Norden von Samoa gelegenen Ellice-Inseln zu benutzen. Die Admiralität sagte ihre Bereitwilligkeit zu, den daselbst stationirten Kreuzer „Penguin" zu diesen Zwecken zur Verfügung zu stellen, und die Royal Society bewilligte liberal die Mittel. Ich habe auch schon meinem Zweifel Ausdruck verliehen, ob die Resultate den Erwartungen entsprechen werden, da die Unterscheidung und Definirung von Riffkalk und Korallenkalk zur Zeit noch Schwierigkeiten bietet. Wird schon in 10—20 m Tiefe indessen vulkanisches Stratum angetroffen werden, so wäre dies wohl sehr fördernd für die antidarwinistischen Anschauungen, aber noch nicht beweisend, so lange nicht von anderen Inseln auch gleichlautende Ergebnisse vorliegen. Der vielerfahrene Murray schrieb mir jüngst auf eine Anfrage hin in jenem entgegenkommenden Tone, wie er den englischen Gelehrten vielfach in so hervorragendem Maasse zu eigen ist, über diese Bohrungen: „Personally I do not expect any very definite result from the operations, but one can never tell, where and how most interesting information may be procured."

Darwin hat vergebens gehofft, solche Bohrungen zu erleben. Ein Jahr vor seinem Tode, 1881, schrieb er an Alexander Agassiz wegen der kurz zuvor erfolgten bekannten Veröffentlichung Murray's die rührenden Worte: „Wenn ich Unrecht habe, dann ist es um so besser, je bälder ich auf den Kopf geschlagen und vernichtet werde. Es scheint mir immer noch ein wunderbares Ding, dass keine langjährige und grosse Senkung in den Betten der grossen Oceane vorhanden gewesen sein sollte. Ich wünschte, dass ein vielfacher Millionär sich es in den Kopf setzen wollte, Bohrungen durch die pacifischen und indischen Atolle zu machen und Mark für Schliffe aus einer Tiefe von 500 bis 600 Fuss heimzubringen."

Auch Krümmel hat jüngst im Globus auf die Nothwendigkeit solcher Bohrungen hingewiesen.

Ehe ich von Murray's Plänen wusste, ging ich damit um, ein Gesuch an die kgl. Academie der Wissenschaften zu Berlin zu richten. Leider war es derselben nicht möglich, die für solche Bohrungen nothwendige Summe zu bewilligen, und so wird England auch hierin den Ruhm haben, dieser Frage zuerst practisch und wissenschaftlich näher getreten zu sein.

7. Kurze Zusammenfassung der gewonnenen Schlüsse an der Hand der Betrachtung der samoanischen Korallenriffe.

1. Die Bildung der verschiedenen Formen der Korallenriffe wird erklärt durch die Tektonik des Untergrundes in Beziehung zur Tektonik der Küste.
2. Der Untergrund der Atolle wird gebildet durch unterseeische Bergkuppen (ausgefüllte Atolle) oder submarine Krater (tieflagunige).
3. Die Krater können so beschaffen sein, wie die oberirdischen; in den meisten Fällen handelte es sich indessen wahrscheinlich um submarine Geyserfelder und Vulkane, deren Sediment durch die Meeres- und Gezeitenströmungen angeordnet wurde.

4. Die merkwürdige Form der Atolle erklärt sich aus der Anordnung der heissen Quellen und Auswurfsstellen und aus der wechselnden Einwirkung der Ströme.
5. Das Wachsthum der Korallen ist der See zu, d. h. in der Brandung mehr behindert als im stillen Wasser.
6. Das Plankton der Tropen ist ärmer als das der gemässigten Zone, ebenso ist im Hafen mehr Plankton als in der offenen See.
7. Das Vordringen der Riffkante gegen die See geschieht mittelst des Fusses. Die Breite dieses Fusses ist proportional der Stärke der auf die Riffkante stehenden See.
8. Die Tiefengrenze der Riffe wird bedingt durch den starken Heliotropismus der Anthozoen. Als die Tiefengrenze ist im Allgemeinen die von 15 m anzusehen. Im Hafen wirkt der abgeführte Lagunensand modificirend.
9. Die Nahrung ist innerhalb der Korallenriffe in reichlicherem Maasse vorhanden als ausserhalb derselben.

VII. Die Rifffauna von Samoa insbesondere in ethnologischer Beziehung.

Die Korallenriffe bilden nicht allein einen Schutz für die Schifffahrt, sondern sind auch für die Südseevölker bedeutsame Nahrungsquellen. Desshalb wissen die Eingeborenen deren Werth wohl zu schätzen und schenken ihnen die gebührende Aufmerksamkeit. Da die Fauna der samoanischen Riffe im wesentlichen mit der anderer Riffe in der Südsee übereinstimmt (treffliche Abbildungen findet man besonders in dem grossen Werke von Saville Kent), so will ich nur einen kurzen Abriss geben, zumal da mir die Zeit und die Mittel für ein eingehendes Studium dafür mangelten. Ich glaube desshalb mehr bringen zu können, wenn ich die Thierwelt mit den Augen der Samoaner betrachte, indem ich das wiedergebe, was ich durch eine gründliche Erlernung der samoanischen Sprache und stetigen Verkehr mit den Eingeborenen daselbst zu erfahren Gelegenheit hatte. Eine sehr wesentliche Unterstützung hatte ich dabei durch das Dictionary of the Samoan language des Rev. George Pratt, welcher 40 Jahre in Samoa ansässig war und erst jüngst zu Sydney verstorben ist. (3. Auflage 1893).

1. Riff- und Schifffahrt.

Die Samoaner sind im Allgemeinen gute Seeleute und mit dem Wasser vertraut; indessen verdienen sie es sicher nicht als Auszeichnung, dass ihre Inseln Navigatoreninseln genannt wurden, was Bougainville auch wohl nicht beabsichtigte, indem er dem Archipel nur navigatorischen Werth beilegte. Die einheimischen grossen taumualua, mit denen einst die Meere durchkreuzt wurden, den Bug und das Heck mit den grossen weissen Ovula-Muscheln geschmückt, der Wohnung des Kriegsgottes Fe'e, des Octopus, sieht man heute selten mehr. Im Atuakriege 1894 hatte der Bussard das Vergnügen, allerdings ungefähr 10 solcher Fahrzeuge nebst 50—100 anderer im Schlepp zu haben. Namentlich amerikanische Bootbauer lehren jetzt die Eingeborenen Boote europäischen Stils zu bauen, welchen sie bis zu 100 in einem Boote, mit ihren Pagaien (foe) eine flotte Fahrt geben. Von den grossen Doppelbooten, taulā, die ein Deck verband, auf dem eine Hütte stand, und welche ein grosses Mattensegel und einen Mast an Backbord führen (die Hütte war gleichfalls nach Steuerbord, der Luvseite, schräg abfallend und gedeckt, während sie

nach Backbord offen war) habe ich kein Exemplar mehr auf den grösseren Inseln gesehen. Da sie nur über einen Bug segeln konnten, und desshalb beim Wenden der Hals nach achtern und die Schot nach vorne zu stehen kam, der Bug also zum Heck und das Heck zum Bug wurde, so waren dies doch recht unbeholfene Fahrzeuge. Aus diesem Grunde wurden solche Art Boote auch zweibugige Schiffe (taumua Bug, lua zwei) genannt. Auf diesen Booten unternahmen die Samoaner grosse Seefahrten nach Viti und Tonga und nicht auf den kleinen Canus, welche Zöller vor dem Hafen von Pangopango gesehen hat (Reise um die Welt).

Diese Beschränktheit, nur über den Backbordbug segeln zu können, liegt auch den übrigen Fahrzeugen zu Grunde, dem Bonitofangboot, va'aalo, dem 5sitzigen soatau und 2sitzigen paopao, indem diese alle den Ausleger (ama) an Backbord tragen, also falls sie segeln wollen, auch nur über Backbord-Bug segeln können, wenn sie nicht riskiren wollen zu kentern. Desshalb hiess auch die Kriegsflotte von Upolu lauama, da sie auf der Fahrt nach Savaii (gegen Westen), vor dem Passate segelnd, Ausleger und Segel an Backbord hatte.



Bonitoboot im Apiahafen.

Falls es gilt, nur das äussere Riff behufs Fang von Fischen und Seethieren zu besuchen, so wird gewöhnlich der kleine paopao oder soatau benutzt, welche sich dadurch von den andern unterscheiden, dass sie aus einem Stück Holz gefertigt sind, wozu häufig der Brodfruchtbaum dient. Das Riff heisst a'au (auch schwimmen), kleinere (Saumriffe) heissen wohl auch pinepine; die Lagune wird aloalo genannt und ein Dorf, das eine Lagune besitzt, wird als taialoalo gepriesen. Die Samoaner kennen daselbst wohl den bei Fluth auf das Land setzenden Strom aufanua, den Strom nach Westen, die Passatdrift, 'aumuli, und wenn einer vom Strom weggetragen wird, so nennen sie ihn auvalea (valea dumm). Die Riffbucht heisst 'oma'i, der Bootseinlass ava und seine Seiten augutuava, gegen das Land zu 'uma'ava. Der äussere Riffrand heisst uluulu, die Woge peau, die Brandung an der Riffkante ngalu, an der Steilküste apitāgalu u. s. w.

Die Samoaner benutzen die Zeit, wenn das Riff zur Zeit der Springebbe (fula, masalopa) trocken fällt (pa'umatū); dann zieht alles hinaus in die Strandlagune, an die Leekanten und Riffbuchten, woselbst sie in den Höhlen (fa'a puna'oa) oder in den Löchern (loto) die ersehnte Beute finden, welche nahezu aus allen Thiergattungen sich zusammensetzt. Ein belebtes Bild bietet dann die sonst so einsame Strandlagune, hier einer mit dem Speere, dort einer mit dem Netz oder gar mit der Hand fischend. Wohl gesalbt mit dem durch die Blüthen des moso'oi-Baumes (Cananga odorato, die weit verbreitete Anonacee) angenehm duftenden Cocosnussöls widerstehen sie lange der heissen Mittagssonne, nur mit dem lavalava bekleidet. Nach erfrischendem Bade in die Hütte zurückgekehrt glühen aber noch lange die Wangen wunderbar durch die lichtbraune Haut der schlank ge-

bauten Mädchen und auch die Samoaner bewundern dies als Schönheit und nennen es fa'asamisami (sami Meer).



Fischende Eingeborene in der Strandlagune. Andrews phot.

2. Die Corallen und Corallinenalgen.

Die Madreporen sind die hervortretenden Bildner der samoanischen Riffe Namentlich sind es die grossen tellerförmigen Platten der species cytherea, pocifera u. s. w., welche an den Abhängen der Leekanten in Unzahl anzutreffen sind (s. Bild.). Eine ähnliche Schilderung macht Klunzinger von den Korallenriffen des rothen Meeres (17 a.). Am Riffrand selbst findet man häufig M. globiceps mit gedrungenen fingerhutförmigen Aesten und unten aus der Tiefe steigen die hohen Aeste der M. acuminata, hystrix, plantaginea empor; hier im stillen Wasser sieht man auch die feinen Stylasterarten (granularis, roseus), welche die Samoaner allenthalben zum Kaufe als 'amu'ula (rothe Korallen) anbieten. Unter den zahlreichen Arten, welche durch Dana und die Godeffroy'sche Sammlung bekannt geworden sind, will ich nur noch einige nennen: Halomitra pileus, Coeloria Forskaelana Esperi, Montipora verrucosa, Pavonia lata, cactus und frondifera, Pachyseris rugosa, Leptoria phrygia, Fungia dentata, Millepora tortuosa u. s. w. Die Milleporiden nennen die Samoaner pungau, auch mā'aū (beissender Stein), während sonst eine grössere Koralle nur punga oder 'amu heisst. Die breiten Madreporenschalen werden lapa, die grossen ästigen feofeo genannt.

Die Korallinenalgen spielen auf den samoanischen Riffen nicht dieselbe Rolle, die ihnen auf andern Riffen zugeschrieben wird.

Viel verbreitet ist indessen eine Art Lithotamnion, welche die Samoaner wegen der Aehnlichkeit mit einem buschigen Haupt ma'ave nennen, ferner Amphiroa u. s. w. Diese und die zerstreut vorkommenden gesammelten Chlorophyceen*) sind in liebenswürdigster Weise von Major a. D. Reinbold in Itzehoe bestimmt worden. Letztere, mit dem Namen limu benannt, werden theilweise gegessen, besonders limu'ava, limu'ula und limu fuafua; eine Nulliporenart Namens 'aua wird als Bimsstein verwendet.

3. Das Leben im umgebenden Meere.

Wie beim Plankton ausgeführt werden wird, ist das Meer um Samoa nicht so von Thieren voll, wie es nach vielen Reiseschilderungen aus den Tropen zu erwarten wäre. So nennt Graeffe den pacifischen Ocean geradezu eine Wasserwüste. Denn wenn man von Süden her den Wendekreis passirt, haben die letzten steten Begleiter, die Albatrosse, dem Schiffe schon Valet gesagt; nur einige Thalassidromen und Tölpelseeschwalben (Anous stolidus) sind noch zeitweise zu sehen. Früher scheint um Samoa der Pottwal (Physeter macrocephalus) ziemlich häufig gewesen zu sein; die Zähne seines Unterkiefers sind heute gesuchte Artikel unter den Samoanern. Sie wurden der Länge nach gespalten und kleine gekrümmte Zähne daraus geschliffen, welche aneinander gereiht ein hübsches Halsband ('ula lei) geben, den Schmuck der Dorfjungfern (lei der Walzahn, tafolā der Wal). Jetzt sind die Wale durch die steten Nachstellungen der Walfischjäger selten geworden; immerhin habe ich mich einigemale von ihrem Dasein überzeugen können und S. M. S. „Falke" sah einen jungen auf dem Riff bei Mulifanua gestrandet, der indessen vor Ankunft eines Bootes wieder freikam.

Fast noch seltener wie die Wale scheinen die Delphine zu sein, denn ich habe während meines ganzen Aufenthaltes in Samoa nie einen daselbst gesehen, während sie in Neu-Seeland und Australien nie zu fehlen pflegten. Auch die Samoaner wissen von dem masi masi (die Heerde heisst langai) nicht viel zu erzählen.

Neben Delphinen scheint auch eine Phocaena-Art (munua) vorzukommen.

Wie die Zähne des Wales, so wird auch die Schale des Nautilus, des sesema, zu einem Schmuck gebraucht, dem sogenannten fuiono; es ist dies ein Stirnband aus einer doppelten Reihe von haselnussgrossen Plättchen, bläulich perlmutterartig schimmernd, von einem feinen Geschmack zeugend. Der Nautilus scheint indessen sehr selten in Samoa zu sein.

Eine grössere Bedeutung kommt dem Haifisch in Samoa zu. Im allgemeinen heisst er malie, und wenn sehr gross tanifa, eine dunkle Art fanifaui, eine helle tanifatea. Er ist in der Lagune zu gewissen Zeiten häufig (maliealo) und wird daselbst mit dem Netz gefangen; vorher werden Feste gefeiert (umuto auf Tutuila), dann zieht alles hinaus auf den Fang (lepamalie). Dies bewerkstelligen sie durch Treiben und Lärmmachen mit einer Knarre (lutu), auch dadurch, dass sie Köder ans Netz binden (mangimanginoa). Besondere Geschenke (lava) erwar-

*) Unter diesen befand sich die an Madreporenzweigen wachsende eigenthümliche Valonia ventricosa I. Ag., bisher nur von Guadeloupe bekannt, mit ihren taubeneigrossen grünen, durchscheinenden Thallusblasen.

ten den glücklichen Fischer; das Fleisch wird gegessen, die Zähne zu Operationen verwendet, wie der Knochen des fliegenden Hundes. Die Gegend der Apolimastrasse ist berüchtigt wegen ihres Reichthums an Haifischen. Als der „Bussard" einmal dort auf der Rhede von Mulifanua lag, umkreiste ein über 3 m langer gefleckter Carcharias beständig das Schiff, ging auch schliesslich an die ausgehängte Angel; beim Aufheissen des Colosses brach jedoch der starke stählerne Haken. Auch im Apiahafen wurde zeitweise ein schwarzer kleiner Hai beobachtet, welcher den Köder indessen nicht nahm. Hier passirte es im Jahre 1892, dass ein Matrose S. M. S. „Sperber" aussenbords an der Leine schwimmen lernend von einem Hai bedrängt wurde. Als er desshalb aus dem Wasser genommen wurde und auf der Fallreepstreppe wohl einen Fuss über Wasser stand, setzte der Hai aus dem Wasser nach und riss dem Mann einen Theil des Gesässes ab, wovon er indessen wieder genas (der Mann). Dieser unbestreitbare Fall dürfte für diejenigen lehrreich sein, welche immer noch bezweifeln, dass der Hai den Menschen angreift. Um so wunderbarer klingt es allerdings, wenn eine frühere Expedition von Samoa berichtet, dass die Eingeborenen mit den Haien um über Bord geworfene Eingeweide von Schlachtthieren förmlich kämpften.

Im allgemeinen scheinen die Samoaner wenig Angst vor Haien zu haben, wenigstens in Apia, wo sie von ihren Booten aus oft stundenlang baden. Dies geht auch aus Berichten von Pritchard hervor. Er erzählt, dass ein Mann im Boote hinausfuhr und die Haifische fütterte; als einer nahe kam, warf er ihm eine Schlinge über den Schwanz, die indessen beim Holen brach. Ins Wasser springend, fing er den Tamp, der am Fisch sass, und belegte ihn im Boot; auf diese Weise gelang es ihm denn auch, den Hai allmälig an Land zu bringen.

Auch von Tutuila erzählt Pritchard einen ähnlichen Fall, der übrigens mit einem Biss des Haifisches in die grosse Zehe des kühnen Fängers endete; es scheint, dass allerdings diese Haie nicht sehr gross waren (wohl Mustelus).

Die Samoaner kennen auch den Hammerhai (Sphyrna) und nennen ihn mata'italinga, d. h. das Auge im Ohr.

Nicht selten ist der gemeine Rochen (Trygon), fai genannt, dessen mit Widerhaken sägeartig besetzter Stachel (foto) als tödlich gilt. Er wurde von Meuchelmördern unter die Matte der ausersehenen Opfer gelegt, sodass diese beim Umwenden des Körpers den Stachel sich in den Leib trieben. Ein Rochen mit sehr rauher Haut (fai'ili) wird als Feile verwendet.

Endlich ist noch der Hornrochen, faimanu (Dicerobatis) zu erwähnen.

Wie der Fang der Haifische, so wird der Fang der Schildkröten (laumei) namentlich zur Zeit der Paarung (opaga) und wenn sie nach der Lagune zum Eierlegen kommen, mit Netzen betrieben, indem einige Boote einen Netzkreis bilden und einer untertaucht, um die Thiere in die Netze zu treiben, in welche sie sich verwickeln. Unter zahlreichen Exemplaren habe ich keine Karettschildkröte (Chelonia imbricata) gesehen, die als vorkommend angegeben wird; meist handelte es sich um die grünen Arten (Ch. virgata), deren Schild werthlos ist. In Apia pflegten täglich nach der Mahlzeit einige in der Nachbarschaft des Schiffes zu sein; die geschossenen Exemplare versinken jedoch alsbald, wenn nicht ein glücklicher Treffer auf den Kopf den augenblicklichen Tod herbeiführt. Die Flossen heissen sanga.

das Vorderviertel saugamua, das hintere sangamuli, der vordere Panzer sulumua, der hintere sulumuli; Volu ist ein weiterer Name für Schildkröten.

Der Octopus (fe'e) spielte früher eine grosse Rolle im samoanischen Leben. Er galt an vielen Plätzen als ein mächtiger Gott, namentlich des Krieges. Viele Sagen und Geschichten hängen mit diesem Gott zusammen. Die wenigen Ueberbleibsel aus der Heidenzeit betreffen den Octopuscultus, so die Reste eines Tintenfischtempels, das sogenannte fale Pomā im oberen Vaisinganothal bei Apia, die Insel Nu'u sa fe'e bei Falealili u. s. w. Heute ist dieser Aberglauben längst geschwunden und die Tintenfische werden ebenso gegessen wie die übrigen Meeresthiere. Sie werden aus ihren Verstecken (mālua) im Riffe herausgeholt (ta'i fe'e). Die skandinavische Sage von grossen Tintenfischen, welche Boote umklammern und in die Tiefe ziehen, wird von Wyatt Gill (Jottings from the Pacific) auch für die Hervey-Inseln angegeben, wo ein Held Rata den Kampf mit einem solchen siegreich überstand. Eine Reisebeschreibung „Coral and Cocoanut, the cruise of the Yacht „fire fly" to Samoa" von Frankfort Moore, beschreibt ein solches Vorkommniss auch für Apia gelegentlich des Palolofanges; die Samoaner wissen jedoch nichts gefährliches vom Octopus zu vermelden, so dass dies wohl in das Reich der Fabel zu verweisen ist, was um so wahrscheinlicher ist, als das Buch sehr viele grobe Unrichtigkeiten enthält. Das Fangen der Tintenfische geschieht auch mit einer Lockangel aus einer grossen getigerten Cypraea, welche einen fischkopfähnlichen Stein umschliesst. Auch werden oft nur die Blätter des rothen ti-Strauches (Cordilyne) an einen Stein gebunden (la'ei).

Es bleiben noch die Seeschlangen zu erwähnen, welche im Gegensatz zu den Landschlangen (ngata) giftig sind. Am häufigsten sind die weitverbreiteten Pelamis-Arten, gali'o, mo'otai, auch soloaloalo genannt. Eine kleine lichte Schlange mit ungiftigem Biss heisst sulusululatoi.

Eine schöne Sammlung von Seeschlangen verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Funk in Apia; die Verarbeitung steht noch aus.

4. Fische ('ia) und Fischfang (fangota).

Der Fischreichthum der Riffe ist natürlicherweise gross, da hier eine Menge von Nahrung sich findet. Die Zahl der Arten wird indessen noch übertroffen durch die Mannigfaltigkeit der Formen und Farben. Ich habe schon in der Einleitung auf die Arbeit Günther's im Museum Godeffroy hingewiesen, welche treffliche Abbildungen besitzt. Auch Saville Kent's Werk bringt vieles. Es würde eines Buches allein bedürfen, um das nur wenig bekannte zusammenzutragen. Und wie wenig ist gerade über die Entwicklungsgeschichte und Biologie der Korallenfische bekannt!

Für die Samoaner sind die Fische als Nahrung von grosser Wichtigkeit und der Fang wird systematisch betrieben. Ueber 200 Namen haben sie für die verschiedenen Arten, ein Zeichen, wie viele es hier giebt.

Da ist vor allem der anae, die Meeräsche (Mugil), jung aua genannt und aualele, wenn er aus Angst vor dem verfolgenden malauli aus dem Wasser springt. Der malauli gehört zu der Familie der Beryciden (Beryx, Myripristis, Holocentrum

u. s. w.), von denen gegen 20 malau-Arten unterschieden werden (laualo, wenn in der Lagune gefangen.).

Ferner der Seebarbe (Mullus) ta'ule'ia, das Emblem von Safotulafai auf Savai'i.

Am Riffe selbst die zahlreichen Squamipinnes, der bunte Chaetodon ephippium (tifitifi), der goldgelbe Holacanthus u. s. w. Viel gefangen wird der gemeine Nasenfisch, ume, (Naseus unicornis). Der Kofferfisch, moamoa (Ostracion), der sue (Triodon), und tautu (Diodon), der filoa (Pristipoma), der mata'ele'ele (Apogon).

Ferner ist bekannt ein Häring (atule), der fliegende Fisch (mālolo) (Exocoetus) (im Gegensatz zum Indischen Ocean um Samoa recht selten), der grüne, aber delicate fungausi, der ngatala (Serranus), der mutu (Chilodactylus), der sungale (Anabas), eine kleine durchsichtige Pleuronectide, ali, der Sägefisch sa'olā (Pristis), der pone (Acanthurus), der Hornhecht, ise (Belone), der giftige iliū und unavau, der commensalische Fierasfer i'aui, u. s. w., u. s. w.

Alle übrigen Fische übertrifft jedoch an Wichtigkeit der Bonito, (Thymnus pelamys) atu genannt, in Tutuila i'a, in der Poesie pau. Der Fang dieser wilden Raubfische ist der vornehmste Sport im samoanischen Leben. Ein besonderes Boot, das va'aalo oder tafanga, vorne und achtern gedeckt und mit grossem Ausleger, dient diesem Zweck, da die Verfolgung und Aufsuchung der Bonitoheerden (inafo) weit aufs Meer hinausführt. Wo die Möven über dem Wasser sich sammeln (pale), da sind auch die Bonitos nicht fern, da ist Nahrung. Der Fang geschieht mit dem Perlmutterfischhaken (matau), dem Flieghaken (tio), welcher mittelst einer Leine (afo) an einem langen, fest in das Boot eingesetzten Bambusstock geführt wird, welcher einen hölzernen Anfangstheil (tu'au) hat. Durch die Fahrt des Bootes wird der Haken über das Wasser gezogen und der Fisch angelockt. Der erste so gefangene atu in der Saison, der gnatongiā, wird dem Dorfhäuptling zu Füssen gelegt. Aber nicht allein auf offener See, wo er eine Grösse von 1—2 m erreicht, kommt er vor, sondern auch in der Lagune und in den Häfen, wo er die in den Schutz der zu Anker liegenden Schiffe fliehenden kleinen Fische verfolgt und einen solchen Lärm verursacht, als ob jemand ins Wasser gefallen wäre. Er tritt local oft in grossen Mengen auf, um dann rasch wieder zu verschwinden, je nach Menge der Nahrung. So schreibt Wyatt Gill (Jottings from the Pacific S. 157): „Als wir im John Williams nordöstlich von Lord Howe Island fuhren, während der Dämmerung an einem Decembermorgen, sahen wir das Meer voll von kleinen Fischen, ähnlich Sprotten. Seevögel flogen darüber, nach Herzenslust sich sättigend. Kurz darauf kamen Heerden von Bonitos in heisser Verfolgung nachgestürzt. Mit einem halben Dutzend Perlausternhaken ohne Köder fingen wir in weniger als einer Stunde 116 Bonito, deren grösster Theil eingesalzen wurde. Während des Tages segelten wir langsam durch eine zahllose Menge von Bonito. — Wir hätten leicht einige 1000 vor Sonnenuntergang fangen können. Während der folgenden Nacht war das Meer erleuchtet; denn wenn die Bonito nahe an der Oberfläche durch das Wasser fuhren, wurden sie phorphorescirend — ein Anblick unvergesslich denen, die ihn einmal genossen."

Die Samoaner verwenden verschiedene Methoden zum Fang der Fische. Die einfachste Art ist das Steinhaufen machen in der Lagune (taufatu), um dadurch Fische anzulocken. Viele sind geschickt im Fang mit der Hand (lima malie), mit dem Bogen und Pfeil (taoolo) und mit dem igelartigen Fischspeer (so'aso'a).

Sonst geschieht der Fang durch Fischfallenlegen (taufanga) und Vergiften. Dies letztere geschieht durch Verreiben (oloolo) der Früchte des futu-Baumes (Barringtonia speciosa) oder durch Einstreuen einer Mischung von gequetschten jungen Zweigen und Blättern der Theophrosia piscatorea mit Kalk in ein ruhiges Wasser. Die betäubten Fische lassen sich alsdann greifen. Sehr beliebt ist auch das Fische stechen bei Fackellicht (lamaga). Die Fackel ('aulama) besteht aus einem welken Cocoswedel. Die Ausbeute pflegt indessen dabei keine grosse zu sein. Statt des Stechens wird dabei auch häufig ein kleines Netz verwendet (täpō). Neuerdings ist das Fischen mit Dynamitpatronen sehr beliebt, kostet aber viele Hände, deren zerfetzte Theile ich oft zusammenzuflicken das Vergnügen hatte.

Die Fischfallen (āōa, fanga) werden aus den Stengeln einer Kriechpflanze 'ie'ie genannt (Freycinetia) verfertigt. Der Mund (pua) führt bei den cylindrischen Formen durch einen langen Eingang (tapua) in den geräumigen Korb. Eine kleine Falle hat den Namen puapua'i, häufig werden sie durch Korallenstöcke verbaut (tau'amu), so dass sie kaum sichtbar sind.

Eine Art Reusenfischerei, lauloa genannt, wird häufig ausgeübt. An einem Seil werden Cocoswedel angeflochten und damit ein grosser Theil der Lagune eingeschlossen. Sind Fische innerhalb der Einfriedigung, dann wird das Seil zusammengeholt (fō) und die Fische in einen Sack (tu'i) getrieben. Auf einem Steinhaufen (tula) steht dabei meist ein Leiter (tautai) dieser Operation.

Ein einfacher Modus ist auch, einen engen Riffeinlass einfach durch eine Falle zu verschliessen (tuaavaaoa). Von Fischnetzen ('upega), welche aus dem Bast des songā (Pipturus propinquus, einer Urticacee) sehr fein und schön gearbeitet werden (auch wohl aus der Rinde des Brodfruchtbaums ulu, Netz u'a), werden viele in verschiedener Weise gebraucht.

Die wohl häufigste ist die Art, wie der anae (Mugil) gefangen wird. Von mehreren grossen Booten, soatau, wird mittelst eines langen Netzes in der flachen Lagune (bei Fluth) ein Kreis gebildet. Zahlreiche kleine Boote, paopao, besetzen die Lücken zwischen den grossen Booten mit dreieckigen Netzen, eine breite Seite an den durch Treibhölzer (uto) schwimmenden Rand des grossen Netzes legend. Der Kreis wird darauf enger gemacht, und einer springt ins Wasser, um die Fische zum Springen über das Netz mit einem Stock (la'autā) zu treiben, wobei sie aufgefangen werden. Zu Flössen wird das Holz des tou (Cordia aspera) verwendet. Ganze Dorfschaften ziehen an bestimmten Tagen auf Befehl der Häuptlinge hinaus in die Lagune zum Fischfang, dem sich keiner entziehen darf, wenn er nicht harter Strafe gewärtig sein will. Unausgenommen (das Ausnehmen vor der Landung gilt als ungehörig, palumatuina) werden die Fische dem Dorfhäuptlinge am Lande zu Füssen gelegt, der sie austheilt, und dem der beste und grösste Fisch (talo'e) zugehört.



Fischende Eingeborene am Strande.

Besonderes Ansehen erfreut sich der ga'oga'oletai, der Mann, der viele Fischmethoden weiss: mehr schöner Blicke darf sich aber der Jüngling erfreuen, der vom Fischfang heimkehrt mit einem lautiti, die Fische wie ein titi um seinen Leib hängend. Denn die Damen essen in Samoa mindestens eben soviel und gern wie die Männer.

Unzählig sind die Worte, die sich auf die Geräthschaften, auf die Fangarten, die Stadien der Fische u. s. w. beziehen, ein Studium vieler Jahre, das sich aber bei dem offenen Blick der Naturvölker für solche für sie so wichtige Dinge wohl lohnte.

5. Fingota.

Fingota nennen die Samoaner eigentlich alle wirbellosen Thiere, insbesondere Medusen, Echinodermen, Mollusken, Kruster, Würmer u. s. w. Von Medusen habe ich nur eine Aurelia im Hafen von Pangopango, allerdings während dreier Besuche beständig daselbst gesehen ('alu'alu? valo'a?). Oefter sah ich indessen die sesēma, die weitverbreitete violette Velella und zwar auf offener See und im Apiahafen. Lumane heisst eine grosse Actinie.

Besonders häufig unter den Seeigeln ist der alamea, die langstachelige Diadema, welche sich allenthalben in die Korallenblöcke einbohrt. Folaualamea heissen die Samoaner eine Manupulation der Selbsthilfe, indem sie den eingetretenen alamea-Stachel durch die Saugkraft des Thieres wieder ausziehen lassen und so sagen sie auch folau alamea, wenn etwas von selbst heilt. Ein grosser Echinus ohne Dornen heisst palutu, zwei andere ofaofa lauago und ofaofa sina, einer 'ina, einer sa va'i, einer vatu'e, einer endlich vana, dessen Stacheln als Nadeln Verwenduug finden.

Mehrere Arten Seesterne werden unter aveau zusammengefasst. Sulisuli ist ein specieller Name.

Endlich die grosse Zahl von Holothurien (und Synapten), deren Eingeweide (wie das mancher Seeigel) als sea gegessen wird, besonders das der lomu. Die gewöhnliche Holothurie heisst funa oder funga und wenn sie sehr gross ist ulapo; je nachdem sie schwarz, weiss oder roth ist, wird sie funafuna uli, sina oder ngatae genannt. Sonstige Namen sind: amu'u 'ulutunu, loli, maisu (schwarz), matamalū, matefanau, peva u. s. w.

Sie kommen indessen nicht so zahlreich vor, dass an eine Trepangfabrikation gedacht werden könnte.

Von den Krebsen wissen die Samoaner ungefähr 30, von den Mollusken ungefähr 50 Namen anzugeben.

Am wichtigsten von ersteren ist der u'ū, der Cocosnussräuber (Birgus latro), welcher hauptsächlich auf Manu'a (ein Baum voll Krebse heisst dort pei) und auf Tutuila vorkommt. Sein feister Schwanz heisst angani und ist natürlicherweise sehr beliebt. Desshalb ist der Krebs selten. Häufiger sind die Meereskrebse, die Lysiosquilla maculata vornehmlich, und die Langusten. Am meisten gefangen wird indessen der Carcinus, pa'a genannt, der eine recht ansehnliche Grösse erreicht und vortrefflich schmeckt. Neben den selteneren Salzwassergarneelen, den ulatai, ist aber vorzüglich ein in den Flüssen sehr verbreiteter Palaemon, der ulavai, welcher oft über 10 cm lang wird (abgesehen von dem langen 1. Fusspaar) und in Salzwasser gekocht vortrefflich mundet. Eine Landkrabbe, (Gecarcinus), welche

oft weit über einen Fuss spannt, ist sehr häufig, und untergräbt den Strand um Apia streckenweise derartig, dass das Reiten daselbst gefährlich wird. Ich hatte einmal Gelegenheit, eine lebendig zu erhalten, welche im Hause des Herrn Dr. Funk beim Einbruch in die Speisekammer ertappt worden war. Dieser mali'o soll einige Tage nach Vollmond (gewöhnlich wird der vierte angegeben) abendlich das Land verlassen und zum Strande kommen, wobei er abgeschnitten und im Fackelschein erschlagen wird. Die erste Nacht heisst tolovale, die zweite tōfilofilo. Auch eine Landkrabbe mit dicken Scheeren gibt es, tupa, wonach das elephantiastisch verdickte Bein der Samoaner vaetupa genannt wird. 'Aeno und alamisi sind Namen für Landkrabben, die an die See gehen, um zu tauchen (matā sila). ī und pa'a tea sollen giftig sein. Erwähnung bedürfen noch die zahlreichen rothscheerigen Gelasimuskrebse (unga), auch Schildwachkrebse genannt, welche mit den flink hüpfenden Periophthalmusfischen den Mangrovesumpf hinter Apia bevölkern. Forbes beschreibt sie treffend vom Keeling-Atoll.

Muscheln und Schnecken (pule) sind häufig auf den Riffen.

Die Tridacna, faisua genannt, scheint indessen in Samoa nicht die Grösse zu erreichen, wie auf den Marshallinseln, in der Torresstrasse u. s. w. Gegessen wird das Fleisch unter dem Deckel der Turboarten (tupe der Deckel, das Fleisch moālili); besonders beliebt scheinen die Spondylusarten zu sein (fatuaua) und die Cardium ähnlichen Pipitū, Pae, 'asi, welch' letztere hauptsächlich zum Abschaben der Tutuugarinde behufs Zubereitung des Bastes des Papiermaulbeerbaumes für die Tapabereitung dient, auch mangeo, sele u. s. w. Zum Rasiren wird eine gelbe Mesodesma ähnliche Muschel verwendet, tipi sele ava genannt, auch die Tellina ähnliche Pipitala. Die Pumala (Cassis cornuta) diente früher als Kriegstrompete, die Ovula ovulum (Cypraea ovulum), wie schon erwähnt, als Schmuck der Kriegsfahrzeuge, da man glaubte, dass in den leeren Schalen der Geist des Kriegsgottes fe'e, des Octopus, hause.

Ob die in Fiti nicht seltene Cypraea aurantium auch in Samoa vorkommt, wie angegeben wird, habe ich nicht erfahren können. Auch die Perlmuttermuschel von Tahiti, tifa, scheint recht selten zu sein.

Eine schöne malakologische Sammlung erhielt ich in Apia durch die Güte des Herrn Alexander Schmidt, welche noch nicht verarbeitet ist. Ich gebe daher die obengenannten Daten mit Vorbehalt wieder.

6. Der Palolowurm.

Wie die Zeiten des Haifischfanges und des anae, des kleinen lo im Juli u. s. w., so bildet auch die Zeit des Palolofanges zu Beginn der Regenzeit, des Va i Palolo, im October und November einen der Höhenpunkte im samoanischen Leben. Wochenlang spricht alles nur davon, wie wohl der nächste Palolo ausfallen mag, wie die früheren waren und wann der nächste sein wird. Die alten Leute und Dorfhäuptlinge springen mit ihrem Rathe ein, denn das tau'ese, das falsch berechnen, ist hier von grossem Schaden, da in wenigen Minuten sich das ganze Erscheinen des Wurmes abspielt. Ich will mich nicht länger dabei aufhalten, die Art und Weise der Berechnung und die Muthmaassungen betreffs der Ursachen des Erscheinens zu erörtern, da Herr Dr. Collin die bekannten Notizen

hierüber zusammengestellt hat anlässlich der Bearbeitung des Materials, welches ich während zweier Jahresfeste sammelte. Im Jahr 1893 war der grosse Tag der erste November, im Jahre 1894 am 20. desselben Monats in Apia, wo ich beide Feste mitzumachen Gelegenheit hatte. Als S. M. S. „Bussard" am 24. October 1894 nach Matautu auf Savai'i kam, war daselbst der Palolofang schon 3 Tage vorher am 21. October gewesen, war also einen Monat früher als in Apia. Ich hatte Gelegenheit, die Corpora delictorum in Bananenblättern gedünstet zu sehen und auch — zu schmecken. Auch frisch habe ich einmal diese Borstenwürmer (Palolo- [Lysidice-] viridis Gray) versucht und gefunden, dass sie gar nicht übel munden. Nicht so gut schmeckte ein langer, kleinfingerdicker Regenwurm (Oligochaete) der aus dem Sandstrande stammt, dem die Samoaner ein Loch in den Leib beissen, um die Geschlechtsorgane herauszudrücken. Ebensowenig schmeckten mir die daumengrossen Carabuslarven, welche die Samoaner mit Genuss lebendig verzehren.

Essen und Tanz bildet wie immer den Hauptbestandtheil des Palolofestes, faleali'i, auch falepā genannt. Das Auftreten des Wurmes erfolgt am Tage, am Tage des letzten Viertels und am Tage nach demselben; der erste Tag heisst usunoa, auch motusanga, der zweite oder grosse Tag tatelega und der dritte salefunga. Als Zeichen des Erscheinens des Wurmes wird auch das Auftreten eines kleinen Fisches, mosi mosi, unmittelbar vorher angegeben. Zum Fange dienen verschiedene Netze; in Lefangā sah ich einen reusenartigen Korb aus dünnen Cocosblattrippen zusammengesetzt, mit dem Namen 'enu, auf Savai'i ein langes Netz aus den braunen Blattscheiden (laua'a) der Cocosblattwedel zusammengenäht und unten mit einer kleinen Oeffnung; dies Netz heisst taepa. Im civilisirten Apia werden natürlich europäische Netzzeuge verwandt, mit Vorliebe Stücke ausser Dienst gestellter Muskitonetze, welche über einen racketartigen Rahmen gespannt werden. Der Ertrag ist nicht immer lohnend; doch kommt es zuweilen vor, dass solche Unmassen gefangen werden, dass sogar samoanische Mägen zur Vertilgung nicht ausreichen und Schweine zugezogen werden müssen. Der Ort des Schwärmens ist nicht die flache Lagune, sondern eine Riffbucht, eine tiefe Stelle inmitten des Strandriffes. In Apia ist dies die Lelepabucht, gegenüber der Landecke Matautu, das Palolotief, das eine Tiefe von 13 m aufweist.

Der Fang bietet einen eigenthümlichen Reiz. Noch bei Nacht gegen $^1/_2$4 Uhr Morgens begiebt man sich zu Apia im Boote nach dem nahen Fangplatz. Am Himmel steht der Halbmond, am klaren Sternenhimmel, nur wenig Licht spendend. Eine kühle Landbrise ruft das Gefühl der Morgenfrische wach. Man durchquert den Hafen, steuert auf den Riffeinlass bei Matautu zu und dringt im Strandcanal in wenig Minuten bis zur Landspitze vor. Von hier ist das Palolotief noch 250 m entfernt durch die flache Lagune getrennt. Vor 4 Uhr kommt man noch einigermaassen leicht hinüber, wenn das Boot nicht zu sehr besetzt ist, nach 4 Uhr ist es schon mühsam.

Tastend suchen die Boote in der Dunkelheit ihren Weg zwischen den Korallenrasen, die hier die Lagune theilweise füllen, bis man plötzlich in tieferes Fahrwasser gelangt. Dunkle Schatten von früher angekommenen Booten sieht man auf dem glatten Wasser liegen, ein Zeichen, dass man schon am Platze ist. Gegen

5 Uhr beginnt es sich allmälig im Osten zu lichten. Schon erkennt man in der Nähe einige bekannte Gestalten, blumenbekränzt und duftige Ketten über die Brust. Aber nur ein leiser Gruss tönt dem Ankommenden entgegen, als ob man fürchtete, die Beute durch Lärm zu verscheuchen. Einzelne Personen schöpfen schon Wasser und es scheint, dass der Fang gut wird. Es wird lichter und lichter; die kurze Dämmerung beginnt. Jetzt sieht man das Wasser, und bald gewahrt man auch einzelne lange dünne Würmer in demselben sich schlängelnd fortbewegen. Bald mehrt sich mit der Helle auch die Zahl derselben; niemand achtet mehr des Nachbarn; alles schöpft und fängt, die Beute in bereitgestellte Eimer abschüttelnd. Blickt man aber auf, so gewahrt man ein wunderbares Bild; vor sich das hohe grüne Land, die Schluchten noch in Dunkel gehüllt, die lichten Höhen in saftigem Grün schillernd; unten aber am Strande die Hütten zwischen den nickenden Cocospalmen, ein endloser grüner Strand; der frische ablandige Morgenwind, voll von Blüthendüften, verscheucht die Müde der kurzen Nacht; seewärts der weite, stille Ocean im ersten Blau des Morgenlichtes aufleuchtend; unermüdlich wälzt er seine Fluthen gegen die nahe Riffkante an, wo der weisse Gischt zusammenstürzt, die erste See schon gefolgt von einer zweiten und dritten in unaufhörlichem Spiel; in dem stillen Wasser rings umher ein buntes Gewirr von Booten und Canoes, eine Unzahl junger geschmückter Mädchen und alter Weiber, emsig fischend unter Lachen und Scherzen; da hebt sich schon die Sonne im Osten; nur noch vereinzelte Würmer durchqueren lebensmüde die Oberfläche; alles eilt dem Lande zu, um die Boote, ehe es zu heiss wird, über die nun nahezu trocken gefallene Lagune zu ziehen. Auf der stillen Wasserfläche des Palolotiefs sieht man nun die Bonitos die Nachlese halten; bald aber ist daselbst alles wieder stille wie zuvor.

VIII. Die Centrifugirung des Plankton.

Es liegt nicht in meiner Absicht, die Hensen'sche Methode verbessern oder gar schmälern zu wollen; als ich im Frühjahre 1889 nach Kiel kam, um in die Kaiserliche Marine einzutreten, rüstete man eben zur grossen Planktonfahrt. Auf mich allein angewiesen, habe ich im Laufe der folgenden Jahre während zahlreicher Fahrten practisch die Methode geprüft, aber dabei stets bedauert, dass sie an den einzelnen zu grosse Anforderungen stellt, nicht allein an das Wissen, sondern auch an die Zeit und die Casse.

Hensen's Methode wird allen grösseren wissenschaftlichen Expeditionen als Muster zu dienen haben; sie ist die Methode der Hochsee, woselbst in grösserem Umfang zu planktonisiren nur denjenigen vergönnt zu sein pflegt, welche sich an Bord eines für wissenschaftliche Zwecke in Dienst gestellten Schiffes befinden.

Was soll aber der einzelne Mann machen, welcher allein an der Küste weilt, oder an Bord eines zu Anker liegenden Schiffes sich befindet? Was soll der Reisende machen, der über eine gedrängte Zeit verfügt und sich doch gern über den Planktongehalt eines bestimmten Meerestheils oder Süsswassersees in kurzer Zeit vergewissern möchte?

Es kann nicht genug darauf hingewiesen werden, dass eine Uebersicht über die Resultate am Orte des Sammelns nicht allein neue Gesichtspunkte und Lücken enthüllt, sondern auch sehr zur Arbeit ansporut.

Jeder weiss, wie das mechanische Sammeln ohne die Kenntniss des Erreichten müde macht und wie umgekehrt übersichtliche Resultate anspornen und harte Arbeit vergessen machen.

Man hat sich bis jetzt im Allgemeinen mit wenig Planktonfängen begnügt; muss doch eine grosse Serie von Fängen, welche nach Hensen's Angaben verarbeitet werden soll, jedem eine gewisse Beklemmung verschaffen, dem man sie zur Verarbeitung übergiebt.

Wenn aber auch Hensen's Schluss richtig erscheint, dass man aus wenig Stichproben auf die Bevölkerung eines Meerestheils Schlüsse ziehen kann, (wenigstens zur Jahreszeit des Fanges*), so wird es in vielen Fällen doch wichtig sein, diesen Schlüssen durch eine Reihe von Messungen Beweiskraft zu geben.

*) Hensen sagt über einen Fang in der Sargassosee mit 2.300.000 Individuen auf 1 qm („Die Lebensgemeinde in der Fläche des Oceans". Deutsche Revue XIX. Juni Heft S. 319): „Viele in engerem und weiterem Umkreis gemachte Züge mit demselben Netz und verticalem Aufzug ergaben ähnliche Mengen und ganz ähnliche Zusammensetzung der Lebensgemeinde;

Wird man erst viele tausende von Fängen während der verschiedenen Jahreszeiten aus einem Meeresabschnitt besitzen, dann wird man erst sagen dürfen, dass man ihn wirklich kennt.

Man wird noch mehr verlangen müssen: eine über viele Jahre ausgedehnte Beobachtungszeit.

Solche Forschungen scheinen aber nur möglich, wenn man die Masse des Planktonfanges rasch und genau messen kann. Sind diese Massen übereinstimmend, so wird es genügen, aus einer Gruppe einen herauszugreifen und auf die allgemeinen Componenten durchzuzählen. Die wissenschaftliche Untersuchnng des Materials ergiebt ja Genus und Species der einzelnen Individuen, welche für die Composition vielfach nur ein secundäres Interesse besitzen.

Zur Messung sind verschiedene Methoden vorgeschlagen worden: Bestimmung durch Verdrängung, durch Absaugen, durch Berechnung des Cubikinhaltes der einzelnen Thiere (!), durch Wägung, Trocknung u. s. w. Alle diese Methoden widerlegen sich von selbst; theilweise muss das Material geopfert werden, anderntheils ist die Bestimmung nur im Laboratorium ausführbar u. s. w.

Am besten ist noch die Bestimmnng des Rohvolumens, das Sichabsetzenlassen des Fanges in Alcohol während 24 Stunden, welches Verfahren während der Planktonexpedition in Anwendnng kam. Aber abgesehen davon, dass sich verschiedenes Material verschieden schlecht absetzt, mangelt eben oft die Zeit, namentlich beim Reisen. Das conservirte Material ergiebt aber ein geringeres Volumen als das frische.

Hensen sagt darüber (52a S. 137): „Viele Diatomeen verhalten sich wie Vogelfedern; Peridineen und Copepoden sind ziemlich gut messbar, andere Formen des Planktons nehmen Zwischenstellungen ein. Man sollte daher glauben, dass mit Volumensbestimmung hier überhaupt nichts genutzt werden könnte, indessen das ist doch möglich. In den Fängen überwiegt nämlich in der Regel die eine oder die andere Gruppe so sehr, dass alle anderen dagegen zurücktreten; daher sind ähnlich zusammengesetzte Fänge unter sich nach dem Volumen einigermaassen vergleichbar, aber nicht vergleichbar mit Fängen verschiedener Zusammensetzung und solchen aus verschiedenen Jahreszeiten oder solchen, die mit verschiedenem Netzzeug gemacht worden sind.“

Für das 24stündige Absetzen des Fanges verhalten sich die Diatomeen natürlich anders wie die Copepoden; ja die Phycochromaceen pflegen sich zur Zeit der „Blüthe“ überhaupt nicht von selbst niederzusetzen, da sie dann specifisch leichter als das Wasser und der Alcohol sind. Bei Fang mit kleinen Netzen und auf geringe Tiefen versagt diese Methode aber nahezu ganz. (Brandt 54c.)

Desshalb habe ich versucht, die Masse des Planktonfanges durch Centrifugirung zu bestimmen, weil hierdurch gleiche Bedingungen für alle Componenten geschaffen werden, und da ich nun über eine 3jährige Erfahrung darin gebiete und die Methode in den verschiedensten Breiten angewandt und als ausführbar

---

kein einziger Zug ergab entschiedene Abänderungen der Mischung. Logischerweise ist man gezwungen, bis zum Beweis des Gegentheils anzunehmen, dass die an diesen Stellen gemachten Befunde für die ganze Region Geltung haben. Das ist ein Kreis von etwa 1000 km Radius oder eine Oberfläche, die der Landfläche von Afrika nahe gleichkommt.“

befunden habe, so stehe ich nicht an, sie zu empfehlen **vor allem für Küstenfänge und für das Studium der Planktonvertheilung in den Korallenriffen**, wo es gilt und leicht fällt, viele Fänge zu machen und es in erster Linie interessirt, zu erfahren, wie viel Plankton vorhanden ist.

Dabei sind die Fänge wohl untereinander vergleichbar, da ein Bestandtheil immer vorhanden ist, nämlich die Copepoden, wovon ich noch weiter unten zu sprechen haben werde.

Dass das Material nicht durch die Centrifugirung leidet, kann ich dadurch beweisen, dass ich bei der Bearbeitung der Copepoden des Haurakigolfes in Neu-Seeland nahezu nur centrifugirtes Material gebraucht habe, das eine sichtbare Beschädigung nicht aufwies.

Weit abgesehen davon, durch das näher anzugebende Verfahren die Hensensche Methode schädigen zu wollen, glaube ich vielmehr ihr Stütze zu verleihen, indem diese leicht auszuführende und vereinfachte Modification dazu dienen möge, ihr die gebührende Anerkennung zu verschaffen.

Die Ausführung der Fänge:

1. Fang und Netze.

Wenn die Tiefe nicht bekannt ist, wird sie im Hafen erst ausgelothet. In See bei treibendem Schiff arbeite man stets in Luvseite, damit die Leine nicht unter den Kiel schneidet. Zur Verwendung kam stets ein Apstein'sches Netz (56 a) mit ungefähr $^1/_{75}$ qm Netzöffnung und wurden die Fänge damit im Hafen meist auf 10 m Tiefe gemacht, gelegentlich auch vom Grund aus bis zu 40 m, da in grösseren Tiefen Schiffe nicht zu ankern pflegen. Gelegenheit zum Fang bei nicht ankerndem Schiff bot sich nur selten (s. Tabelle C.).

Das Aufholen des Netzes geschah mit der Geschwindigkeit von ungefähr $^1/_2$ m in einer Secunde.

Da ich fand, dass die Weite der Netzöffnungen durch Vernähung des Messingringes bei den 3 in Gebrauch genommenen Netzen variirte, liess ich mir neuerdings Ringe aus Messingband anfertigen, am unteren Theil behufs Festnähung des Conus umgeschlagen und durchlöchert. (S. 122 Fig. g.)

Für Studien in kleinerem Maassstabe lassen sich 4 Weiten empfehlen:

1. $^1/_{100}$ qm (104 mm Durchm.) dient als kleines leichttransportables Netz, hauptsächlich zu Süsswasserfängen;
2. $^1/_{75}$ qm (130,3 mm Durchm.) für Küstenfänge, vornämlich in heimischen Gewässern;
3. $^1/_{50}$ qm (159,6 mm Durchm.) hauptsächlich für Küstenfänge in den Tropen und Seefänge;
4. $^1/_{25}$ qm (225,7 mm Durchm.) für Seefänge.

Grössere Netze können ihrer Unhandlichkeit und ihres hohen Preises halber nur bei grösseren Expeditionen Verwendung finden. Das von der Planktonexpedition gewöhnlich gebrauchte Netz von $^1/_{10}$ qm Oeffnung kostet gegen 300 M.

Als Netzzeug kam Müllergaze Nr. 12 und Nr. 19 in Anwendung. Im Allgemeinen wird es sich empfehlen, nur die feinste, Nr. 20, zu verwenden. Wenn

man indessen nur auf die Menge Werth legt, genügt Nr. 12 vollkommen, ja ist vorzuziehen, da damit mehr gefangen wird (an Masse).

Mit der Grösse der Netzöffnung wächst naturgemäss die Breite und die Länge des Netzes. Das Verhältniss von Netzöffnung zu Filtrirfläche stellt sich ungefähr wie 1 : 20.

Da nicht alles Wasser in der Säule filtrirt (durch Verdrängung), muss ein geringes zu dem Fangvolumen addirt werden. Bei Müllergaze Nr. 20 ist dies ungefähr $^2/_{10}$, bei Nr. 12 = $^1/_{10}$, (siehe Hensen's Tabellen, die übrigens schwer verständlich sind), denn der Durchmesser der Löcher von Nr. 20 ist = 0,05 mm, der von Nr. 12 aber = 0,1 mm.

Es ergiebt sich daraus, dass man mit Nr. 12 auf diejenigen Thierformen nicht rechnen darf, welche kleiner als 0,1 mm sind. Da solch kleine Individuen verhältnissmässig selten sind, so kommt ihr Wegfall betreffs des Volumens gar nicht in Betracht. Aber auch wenn sie mässig reichlich vertreten wären, würde ihr Volumen doch nicht gegen das der Copepoden in Concurrenz treten, nicht einmal gegen das zweite Zehntel, das bei Nr. 20 verloren geht. Aus diesem Grunde erhält man für Centrifugirzwecke weit richtigere Resultate mit Nr. 12 als mit Nr. 20. Auf alle Fälle thut man aber gut, bei quantitativen Fängen mit Nr. 12 sich wenigstens etwas qualitatives Material mit Nr. 20 zu sichern.

Da ich mit beiden Netzen Fänge gemacht habe, habe ich keinen Ausfall zu beklagen. Die Zahlen aus Neu-Seeland, wo sich in den Fängen sehr zahlreiche Diatomeen, Globigerinen, Tintinnen u. s. w. befinden, zeigen ja auch, dass man mit Nr. 12 genügende Resultate in biologischer Hinsicht günstigenfalls erhält. Die Fänge mit Nr. 19 dienen als Controle. Bei dem kleinen Volumen der Hafenfänge lohnt es sich kaum, einen Filtrationscoefficienten in Rechnung zu bringen, zumal da die Methode nicht ideales leistet. Die Fehlermöglichkeiten lassen sich indessen noch nicht klar übersehen.

2. Besichtigung und Filtrirung des Fanges.

Ist das Netz aus 10 m Tiefe senkrecht aufgeholt, wird es noch einigemale (je nach Diatomeenreichthum) in das Wasser bis zum conischen Aufsatz eingelassen und dann rasch aus dem Wasser geholt, damit möglichst alles in den Eimer gespült wird.

Der Fang wird dann in ein Glas abgelassen, der Hahn wieder geschlossen, das Netzzeug des Filtrireimers mit einer Spritze von aussen abgespritzt, und dann der Inhalt dem ersten Ablass hinzugefügt.

Bei Betrachtung des Fanges erkennt das geübte Auge leicht, ob es sich um „gute“ Fänge oder um Beschmutzung handelt. Ist man zweifelhaft, so ist das schon ein günstiges Zeichen; das Microscop bringt leicht Aufschluss darüber. Bei ankerndem Schiffe muss man stets am Bug die Fänge machen, damit man nichts von den nach achtern treibenden Abgüssen mit fängt. Vor allem muss die Zeit des Ascheheissens vermieden werden. Wenn sich ein starker Gezeitenstrom geltend machte, wie z. B. in Auckland, so wurde die Zeit des Hochwassers oder Niedrigwassers gewählt und zwar, ehe das Schiff zu schwojen begann, weil sich dann das Wasser am Bug am reinsten erwies. Ist Wind und Strom entgegengesetzt, so dass der Oberflächenschmutz nach vorne treibt, so wird man die Fänge besser am Heck ausführen.

Hier muss die persönliche Erfahrung zu Hülfe kommen, die freilich nur der besitzt, welcher lange zur See fährt. Jeder macht seine üblen Erfahrungen und auch beim Planktonfangen wird man nur durch Schaden klug. Diese Uebelstände vermeidet man, wenn man vom Boote aus Fänge macht. Man thut alsdann gut, dieselben erst am Lande zu filtriren und centrifugiren, namentlich bei schlechtem Wetter; alsdann ist es freilich oft unmöglich, überhaupt Fänge zu machen.

Hat man den Fang für brauchbar befunden und grössere Thiere (Medusen, Amphipoden etc.) mittelst einer Spritze oder eines Hebers entfernt (was bei den kleinen Netzöffnungen nicht oft nothwendig zu sein pflegt), so wird der Fang durch einen kleinen Eimer filtrirt, wozu man kurzweg den am Apstein'schen qualitativen Fangnetz angeschraubten verwenden kann (S. 122 Fig. f.). Freilich können dabei noch einige kleinere Formen verloren gehen, welche gerettet waren. Bei „exacten" biologischen Fängen wird man desshalb gut thun, direct aus dem Gefäss in ein kleineres Messglas den Fang hinein zu centrifugiren, wozu man nur einige besondere Einrichtungen braucht und was zugleich eine ziemliche Zeitersparniss wäre.

Die untere Oeffnung des kurzen Filtrir-Cylinders muss durch ein Läppchen von mindestens derselben Netzzeugnummer abgeschlossen werden, aus der das zum Fang verwendete Netz besteht. Am besten nimmt man dazu immer Nr. 20. Das Läppchen wird durch einen Klemmring festgehalten.

Nach mehrfachem Ausspülen des Glases wird das Läppchen abgenommen, auf der Cylinderwand ausgebreitet und mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand festgehalten. Mit der rechten Hand schabt man mittelst eines feinen schmalen Spatels die Planktonmasse vom Läppchen ab und überträgt sie direct in die Centrifugirmessgläser. Dies kann so genau gemacht werden, dass auf dem Läppchen kaum ein Exemplar zurückbleibt, wovon ich mich durch das Microscop des öfteren überzeugt habe.

3. Die Messgläser und die Centrifugen.

Für Hafenfänge und $^1/_{75}$ qm Netz kam ich in Neu-Seeland und Samoa immer mit Röhrchen aus, welche nur 5 mm Lichtenweite und 115 mm Länge besassen (S. 122 Fig. a). Sie sind auf 2 cc im Ganzen graduirt und tragen die $^1/_{10}$ Theilstriche 5 mm von einander entfernt, so dass man sehr genau ablesen kann. Für heimische Verhältnisse und um auch für das $^1/_{50}$ Netz eingerichtet zu sein, habe ich indessen solche von 7 mm Lichtenweite und 115 mm Länge anfertigen lassen, wo die $^1/_{10}$ Theilstriche nur ca. 3 mm von einander entfernt sind. Sie genügen für diese Zwecke indessen vollauf. Sie passen genau in die 1 cm weiten Messinghülsen der „Reisecentrifuge" hinein. Natürlicherweise sind einige grössere Messgläser für grössere Fänge (namentlich in den kalten Meeren während der Diatomeenzeit) nothwendig (zu 3, 5, 10—20 cc), für welche einige weitere Messinghülsen zum Anhängen vorhanden sind. (Bei dem draussen angewandten Apparat waren nur ungefähr 20 mm dicke Hülsen vorhanden.) Angewandt wurde ein Centrifugirapparat, welcher das Princip der Kugel-Kreissel-Centrifuge (nach Prof. Gärtner-Wien und Franz Hugershoff-Leipzig) und der Lauteschläger'schen sich horizontal stellenden und zurückfallenden Röhrchen verbindet. Acht Röhrchen

von 20 mm Durchmesser sitzen um die Welle, welche mittelst einer 2 m langen starken Schnur zweimal hintereinander abgezogen wird, wodurch jedesmal der Apparat auf die Dauer ca. 2 Minuten von selbst läuft. Die Röhrchen sind von unten her durch einen Messingcylinder umgeben, welcher sich mitdreht. Der ohnedies nicht leichte Apparat musste in einem festen Kasten angebracht werden, sodass das Gesammtgewicht recht erheblich wurde. Um das lästige Abziehen zu vermeiden, construirte mir der Maschineningenieur Stehr eine Vorrichtung, sodass der Apparat jetzt mittels eines Handrades in Betrieb gesetzt werden kann, wie es beim Lautenschläger'schen Apparat der Fall ist. An Bord moderner Schiffe hält es leicht, den Betrieb durch einen kleineu Electromotor zu erwirken, wodurch das Arbeiten sehr erleichtert wird. Im Allgemeinen möchte ich rathen, dem Lautenschläger-Apparat den Vorzug zu geben, mit der Modification, dass statt zweier Hülsen mindestens acht in der Centrifugirscheibe sitzen, welche mindestens 120 mm lang und 20 mm Lichtenweite haben.

Auch dieser Apparat kann natürlich nicht überall hin seiner immerhin nicht geringen Schwere und Grösse halber mitgeführt werden. Um dies zu ermöglichen, habe ich mir einen Apparat construirt, welcher auch dem kühnsten Bergsteiger, falls es erwünscht ist, überall hin folgen und ohne die Hülfe eines audern bedient werden kann. Er ist mit einem Microscop und einem Zähltisch nebst allem Zubehör zur Messung in einem Kasten zusammen untergebracht, welcher nur 35 zu 39 cm hoch und breit ist und eine Dicke von 17 cm besitzt. In ein wasserdichtes Futteral eingeschlossen, in welchem ein kleines Süsswasserplanktonnetz nebst Leine untergebracht werden kann, wiegt dieser Kasten alles in allem nicht ganz 15 kg, eine gewöhnliche Trägerlast. Das Futteral trägt Riemen, so dass alles bequem auf dem Rücken transportirt werden kann.

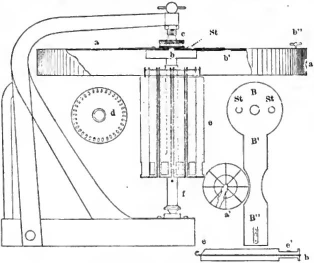
Der Centrifugirapparat selbst, welchen ich zur Unterscheidung „Reisecentrifuge" nenne, wiegt nicht ganz 3 kg (s. umstehend).

Er wird durch Abziehen einer Schnur ähnlich der Kreiselcentrifuge in Bewegung versetzt, muss jedoch während des Ablaufens in der Hand behalten werden, da der leichte Bau kaum erlaubt, ihn irgendwo festzuschrauben. Der Fuss ist aus Holz, der Rahmen aus einem gebogenen kräftigen Bandeisen, welches durch Eisenrippen verstärkt ist. Aus der Abbildung erhellt die Form. Neun Messinghülsen (e) von 10 mm Lichtenweite und 115 mm Länge sind mittelst je 2 Haken an einer Tragscheibe (d) eingehängt. Eine gleichgrosse Scheibe (b B) befindet sich darüber, welche behufs Ein- und Aushängen der Hülsen auf- und abgeschoben werden kann, und einen abnehmbaren Deckel, die Centrifugirscheibe (a) trägt, unter der die beim Centrifugiren wagerecht stehenden Hülsen geborgen sind. Die Hülsen haben unten einen Ausschnitt (e'), damit das Messrohr leicht ausgehoben werden kann und auch eine Uebersicht über den Fortschritt des Centrifugirens ermöglicht ist, ohne dass die Hülse ausgehängt zu werden braucht. Der Apparat ist in der Werkstatt von C. Zwickert in Kiel angefertigt und kostet 45 Mark daselbst.

Bei grösseren Fängen von Diatomeen (Chaetoceras) muss man die Messgläser so weit nehmen, dass die centrifugirte Masse nicht viel mehr als dreimal so hoch wie breit ist, da sonst die Resultate zu ungleich werden und die Fänge sich schlecht absetzen.

Aus den angegebenen Messungen lässt sich leicht berechnen, wie gross ungefähr die Mengen ausfallen bei den verschiedenen Netzöffnungen. Darauf wird man bei Anwendung verschiedener Netze zu achten haben.

Die Messgläser füllte ich vor dem Uebertragen mit 30—40 % Alcohol; ist der Fang reich, so muss man entsprechend viel zuvor abgiessen.



Reise-Centrifuge.

a abnehmbare Centrifugirscheibe. Die Seite gegen den Beschauer ist behufs Einblick durchbrochen.
a' dieselbe verkleinert von oben gesehen.
b b' b'' Stützscheibe für die Centrifugirscheibe mit Klampe zum Festlegen (b'' B'') und 2 Stiften (St) zum Einlassen.
B B' B'' dieselbe von oben gesehen, isolirt.
c Schraube zum Festschrauben der Centrifugirscheibe auf die Stützscheibe.
d Tragscheibe mit Löchern zum Einhängen der Messinghülsen (e).
e Messinghülsen zum Einsetzen der Messröhrchen mit Ausschnitt (e') behufs Ausheben der Gläser.
f unterer Theil der Welle zum Aufwinden der Abziehschnur mit Loch.

4. Das Centrifugiren.

Das Idealste ist, dass man einen Fang so lange centrifugirt, bis sich das Volumen nicht mehr setzt. Bei den kleinen, nahezu reinen Copepodenfängen Samoas war das nach zweimaligem Abziehen schon erreicht. Auch waren die Fänge in Neu-Seeland nicht so gross und diatomeenreich, dass ein längeres Centrifugiren nothwendig geworden wäre. 3000 Umdrehungen in einer Minute lassen sich mit dem Lautenschläger'schen Apparat erreichen; die Kreisselcentrifuge leistet dasselbe; allein auch 2000 sind ausreichend.

Wie schon erwähnt, läuft die Kreisselcentrifuge nahezu 2 Minuten, wovon jedoch nur die erste in Betracht kommt. Zweimaliges Abziehen würde also zweiminutenlanger Umdrehung mit der Hand gleichkommen.

Wenn die Fänge besonders reich an Diatomeen (wie z. B. die Chaetocerasfänge in der Aprilzeit im Kieler Hafen) sind, so genügen 2 Minuten nicht. Insbesondere die Chaetocerasformen setzen sich ihrer zahlreichen Borsten halber nur sehr schwer zusammen. Weite Messgläser sind hierfür unerlässlich. Hier muss Erfahrung mithelfen. (Siehe Vortrag auf der Naturforscher-Vers. Frankfurt 1896.)

5. Verrechnung.

Hensen hat alles auf 1 qm Meeresoberfläche berechnet, indem er den Ertrag des Meeres mit dem Lande verglich. Für Fänge im offenen Meere, welche grössere Tiefen als 200 m durchfischen, ist dies sicher sehr zweckmässig.

Für Küstenfänge möchte ich jedoch dies in Abrede stellen. Das Land ist ja doch nur eine Fläche, das Meer dagegen ein Raum. Das Leben der Luftthiere ist vom Boden abhängig, während es im Meere eine vom Boden abhängige und unabhängige Fauna und Flora giebt. Zu letzterem gehört vorzüglich das Plankton, wenn auch der Einfluss der Küste auf die Masse überall hervortritt. Wollte man alles auf 1 qm Meeresoberfläche berechnen, so wäre es mindestens nothwendig, dass alle Fänge vom Boden aufwärts gemacht würden. Alle übrigen Fänge hätten nur relativen oder gar keinen Werth. An der Küste, wo Plankton überall bis zum Boden vorhanden ist, würde man aber desshalb, wenn man immer vom Boden aus fischt, sehr ungleiche Resultate erhalten, die unter sich erst nach Umrechnung verglichen werden könnten.

Desshalb habe ich für die Küstenfänge (resp. alle Fänge bis zu 200 m) die Berechnung auf 1 cbm als Einheit durchgeführt.

Dieselbe ist einfach:

die Zahl der Fänge (n) = 1
die centrifugirte Menge (c) = 0,2 cc
die Tiefe des Fanges (t) = 10 m
und die Oeffnungsfläche $^1/_{75}$ qm (o) = 75 gesetzt,

heisst die Formel $\frac{c \cdot o}{n \cdot t}$ $\left(\frac{0{,}2 \cdot 75}{1 \cdot 10} = 1{,}5 \text{ cc}\right)$

Bei der Notirung wurden folgende Formeln angewandt:

1 × 10 m = 0,2 cc ‖ 1 cbm (10 m) = 1,5 cc.

Bei allen Ausrechnungen geschah dies bis zur zweiten Decimale, welche nur approximativ Geltung hat, aber für spätere Berechnungen wichtig ist.

Anders verhält es sich freilich, wenn man Fänge aus grösseren Tiefen, z. B. 1000 m und noch tiefer, macht, sei es in der See oder in den tiefen Fjorden einer Küste. Entweder muss man sie betrachten, als ob sie aus 200 m Tiefe gemacht wären, wenn man sie zum Vergleich ziehen will, oder man muss sie auf 1 □m berechnen und solche Fänge nur unter sich vergleichen, was entschieden als das richtigere erscheint.

6. Die Zählung.

Durch die Einführung der Zählung der Planktonorganismen in einem quantitativen Fang hat Hensen seiner Methode das bestimmte Gepräge verliehen.

Er sagt darüber (52 a.):

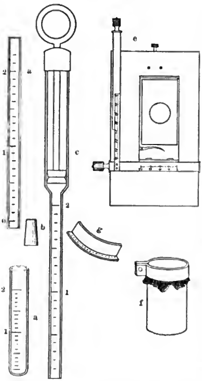
„Für die numerischen Bestimmungen des Inhalts der Fänge sind eine Reihe von Zählungen erforderlich. Von den zahlreichsten vorkommenden Formen zählt man nur eine kleine Quote des ganzen Fanges, von den weniger reichlichen Formen eine entsprechend grössere Quote und von den seltenen Formen, insofern sie zugleich von erheblicher Grösse sind, zählt man womöglich den ganzen Fang durch.“

Die Zählung wird in diesem Sinne sehr genau durchgeführt und bedarf bei den grossen Oceanfängen natürlicherweise einer grossen Zeit.

Bei den Küstenfängen, wo es sich meist immer um ein geringeres Volumen handelt, wenn man hier wie gewöhnlich mit einem kleinen Netz ($^1/_{75}$ qm) und auf geringe Tiefen (10 m) arbeitet, wofür man entsprechend mehr Fänge machen kann, verhält sich dies anders. Entweder greift man hier einen Fang zur Zählung heraus oder man wirft mehrere gleichsinnige zusammen, nachdem man sie einzeln zuvor centrifugirt hat uud zählt eine Probe davou durch.

Da die absolute Masse eines einzigen solchen Planktonfanges ($^1/_{75}$ qm und 10 m) gewöhnlich nicht viel mehr oder weniger als 0,2 cc ergiebt, so erhellt daraus schon zur Genüge die grössere Einfachheit. In den Tropen pflegt sogar diese Zahl kaum erreicht zu werden.

Bei der Zählung dieser kleineren Fänge verwendete ich weder Hensen's grosses Zählmicroscop noch seine Stempelpipetten (wenigstens nur eine zu 0,2 cc behufs Controlle). Nicht als ob ich dieselben durch bessere Materialien oder eine bessere Methode ersetzen könnte — die Gründe sind pecuniärer Natur. Denn eine Pipette kostet 18 M., und da man eine Serie davon besitzen muss, so belaufen sich die Anschaffungskosten recht hoch. Dazu kommt, dass der Transport des umfangreichen und schweren Microscops und der leicht zerbrechlichen, difficilen Pipetten für den Reisenden mit leichtem Gepäck wegfällt, wenn er überhaupt beabsichtigt, Zählapparate mitzunehmen.



Als Zähltisch benutzte ich einen Apparat, wie ihn Zwickert in Kiel ersonnen hat, und welcher an die gewöhnlichen Microscope mit vierkanten Objecttischen angeschraubt werden kann (S. 122 Fig. e). Er trägt eine Glasplatte 45 : 75 mm, welche in $^1/_2$ mm Längsstriche eingetheilt ist. Diese Platte kann im Allgemeinen 4 Tropfen Wasser tragen, wenn sie durch Alcohol und Aether fettfrei gemacht ist. Gut thut man, die Fläche erst mit einer dünnen Glycerinschicht zu überziehen, um das rasche Verdunsten zu verhüten. An Bord, wenn das Schiff nicht ruhig liegt, empfiehlt sich die Anwendung der Glyceringelatine,*) die auch zum Einschluss von Präparaten in diesem Sinne dienlich ist. (Abschluss mit Canadabalsam.)

Die Manipulation stellt sich bei einem gewöhnlichen Fang ohne übermässigen Diatomeenreichthum folgendermaassen dar:

*) Wasser 42 cc, Glycerin 38 cc, Gelatine 7 g, Carbolsäure 1 g, heiss durch Glaswolle filtriren.

Es wird eine $^1/_2$—1$^0/_0$ Planktonaufschwemmung dargestellt, also $^1/_2$—1 cc centrifugirten Materials auf 100 cc Wasser. Die Aufschwemmung geschieht in einem langen Glascylinder ohne Schnauze zum Abgiessen, damit beim Abschluss mit der Hand während des Durchschüttelns nichts verloren geht.

Ist der Fang gut durchgeschüttelt, so entnimmt man mit einer Spritze aus der halben Höhe der Wassersäule ungefähr 1 cc Flüssigkeit.

Die Spritze ist folgendermaassen beschaffen: Eine gewöhnliche Glasspritze läuft unten in ein kurzes gewöhnliches Glasrohr von ca. 7 mm Durchmesser aus, so dass man einen engen Gummischlauch überziehen kann. Durch den Gummischlauch mit der Spritze verbunden wird ein beiderseits offenes Glasmessrohr von 115 mm Länge und 5 mm Lichtenweite, das in $^1/_{10}$ cc eingetheilt ist und zwar so, dass der Nullpunkt nicht an der unteren Oeffnung selbst, sondern einige mm darüber liegt. (S. 122 Fig. a.)

Ist die Probe von ungefähr 1 cc aus dem Mischungscylinder entnommen, wird das untere Ende rasch durch einen genau einpassenden Gummistopfen (b) verschlossen und bis zum Nullpunkt eingetrieben.

Es wird nun abgelesen, wie viel Mischungswasser entnommen ist und notirt.

Das Messrohr wird alsdann von der Spritze abgenommen, centrifugirt, wieder an die Spritze gebracht, der Gummistopfen vorsichtig entfernt und durch einen Druck auf den Spritzenstempel die unten angesammelte Plankton-Probe auf die Zählplatte entleert, was meist in 2 Tropfen erreicht ist.

Beim Wiederansetzen des Messrohres an die Spritze muss man darauf achten, dass man den Gummischlauch nicht weiter und nicht weniger überzieht, als der Gummistopfen unten eingeschoben ist. Dadurch wird verhütet, dass im ersteren Falle beim Abnehmen des Stopfens etwas wegspritzt, oder im letzteren eine Luftblase aufsteigt, was ein neues Centrifugiren nöthig macht. Was auf dem Gummistopfen liegt, wird durch einen Spatel abgetragen.

Einfacher gestaltet sich das Verfahren, wenn das Messrohr an die Spritze angeschmolzen ist (c). Nur ist eine Centrifugirung dann unmöglich. Dann muss man den Inhalt sich niedersetzen lassen und so lange auf die Zählplatte abtropfen, resp. von neuem zählen, bis in den 4 Tropfen nichts mehr enthalten ist, was meistens beim dritten male schon der Fall zu sein pflegt. Natürlich muss man darauf achten, dass die Spritzenstempel gut schliessen; die gewöhnlichen, aus zwei Ledermünzen bestehenden (eine nach oben, die andere nach unten geschlagen), thun ihren Dienst vortrefflich.

Wenn auch diese Methode mit der grossen Genauigkeit der Stempelpipetten nicht wetteifern soll, so liefert sie doch recht brauchbare Resultate, wie mir mehrere Controllzählungen gezeigt haben.

Da man die beiderseits offenen Messröhrchen auch zum Centrifugiren der Fangmassen überhaupt verwenden kann, so beträgt die ganze Ausgabe hierfür den Betrag für eine Glaspritze und einige dm rothen Gummischlauchs.

Da die nun zu zählende Planktonprobe den hundertsten Theil ungefähr des Gesammtfanges beträgt,*) so können also mathematisch nur die Individuen jedes-

*) Die Samoafänge ergeben, dass in 0,1 cc centrifugirter Planktonmasse ungefähr 1000 Individuen sind. Dies kann natürlich sehr schwanken, meist ist es mehr.

mal auf der Platte sein, von denen wenigstens 100 im Fange vorhanden sind. Zählt man desshalb einige 100 Individuen durch und erhält 1 $^0/_0$ in der Zählung, so ist dies für eine Uebersicht genügend.

Im Allgemeinen können bei dieser Zählung nur Thiere resp. Pflanzen Berücksichtigung finden, welche in diesem Verhältnisse zum mindesten vorhanden sind und ich glaube, dass dies für die Kenntniss der Zusammensetzung des Küstenplanktons meist vollkommen genügt.

Nicht genügen wird dies freilich der Biologie und wissenschaftlichen Thiergeographie. Die meisten Zoologen betonen ja, dass der wissenschaftlichen Verarbeitung der Fänge der Vorrang gebührt. Es scheint mir desshalb genügend, zweimal 1 cc einer 1 $^0/_0$ Planktonmischung genau durchzuzählen und die Componenten dieser Probe festzustellen, was in 1—2 Stunden bei einiger Uebung erledigt ist, wenn kein Diatomeenfang vorliegt. Vom übrigen Planktonfang wird alsdann nach Abfiltrirung durch das Netzeimerchen möglichst viel auf dem Zähltisch durchgesehen und alles bei der Zählprobe nicht Beobachtete sorgfältig notirt. Aus der Zahl der dabei beobachteten seltenen Individuen kann man dann ihre relative Häufigkeit abschätzen, die, wenn sie oder die Zählung richtig ist, unter 1 $^0/_0$ bleiben muss.

Natürlicherweise können während einer solch' kurzen Zeit nicht alle genera und species gezählt werden, zumal wenn sie für die Wissenschaft neu sind. In der Hauptsache kommt es ja in vielen Fällen darauf an, die Hauptcomponenten zu erfahren und die häufigeren unbekannten Individuen durch eine kurze Zeichnung im Gedächtniss festzuhalten. Specielleren ökologischen und biogenetischen Studien bleiben natürlich eigene Modificationen vorbehalten.

Die Gruppen, die in Betracht kommen, sind hauptsächlich folgende:

1. Gruppe.	Crustaceenlarven	Nauplius . . . . Zoea	Summa $^0/_0$
2. Gruppe.	Copepoden	junge unbestimmte . . . . . . alte . . . . Oithona . . . . Corycaeus . . . . Harpacticiden . . . . etc.	" "
3. Gruppe.	Ostracoden	Halocypriden	" "
4. Gruppe.	Cladoceren	Evadne . . . . Podon . . . . etc.	" "
5. Gruppe.	Vermes	Sagitten . . . . Rotatorien	" "
6. Gruppe.	Tunicaten	Appendicularien	" "

7. Gruppe.	Protozoën	Radiolarien . . . . Foraminiferen . . . . Tintinnen . . . . Peridineen . . . . etc.	Summa %
8. Gruppe.	Metazoën	Diatomeen . . . . Coscinodiscus . . . . Chaetoceras . . . . Rhizosolenien . . . . Phycochromaceen	„ „
9. Gruppe.	Cysten . . . . Larven . . . . Eier		„ „
10. Gruppe.	Macroscopisches: Medusen, Hyperiden, Schizopoden, Anneliden etc.		

Wie die centrifugirte Menge, so wird am Schluss auch die Gesammtsumme auf 1 cbm berechnet.

Ich glaube, dass ein solches Verfahren völlig genügt, um Aufschluss über die Vertheilung und die Composition des Planktons an den verschiedenen Orten zu gewinnen.

Denn was nützt an und für sich die exacteste Zählung im mathematischen Sinne, wenn das Medium ein schwankendes ist; Hensen betont selbst an den verschiedensten Stellen seiner Arbeiten, dass er auch das Klein-Plankton nicht für mathematisch genau vertheilt hält; ich habe mich in tausenden von Fällen überzeugt, dass dies nicht der Fall ist, und niemandem ist es noch eingefallen, dies zu behaupten. Wenn ich aber an einer Stelle zehn Fänge hinter einander mache, und bei allen schwankt die Menge, wenn auch nur um ein geringes in der Zusammensetzung und im Volumen, wie es die Tabellen zur Genüge zeigen, was nützt dann die minutiöseste Zählung eines einzelnen Fanges, wenn alle andern verschieden sein können?

Wenn ich aber für ein freieres Arbeiten in dieser Beziehung fürderhin das Wort ergreife, so thue ich es ausdrücklich nicht in der Absicht, um mich zu denen zu gesellen, welche geradezu Schmähungen auf die Männer gehäuft haben, die in unermüdlicher Arbeit und Aufopferung das Material gezählt, gesichtet und verarbeitet haben, welches während der viermonatlichen Oceanfahrt des „National“ im Jahre 1889 gesammelt worden ist, ein Material, für das noch vieler Jahre Arbeit nothwendig sein wird, bis es als abgeschlossenes Ganzes vorliegt. Es ist ja auch nicht immer im Voraus abzusehen, was bei der genauen Zählung für den Specialisten abfällt. Es scheint mir sicher, dass die accuraten Resultate der Planktonexpedition namentlich für die kommenden Generationen von nicht abzusehendem Werthe sein werden; durch eine solche Arbeit war es allein möglich, die Ausführbarkeit der Methode klarzulegen und die gewonnenen Resultate vermögen zweifellos anderen Forschungen die Wege zu ebnen, und weitere Arbeiten leichter zu gestalten. Aller Anfang ist schwer. Sei die wissenschaftliche Welt doch wenigstens damit zufrieden, dass diese Arbeiten wirklich ausgeführt worden sind; es nimmt ja niemand die Verpflichtung damit auf sich, sie nachzumachen.

IX. Zur Planktonvertheilung im Pacifischen Ocean.

1. Die Resultate der Fänge in Samoa.

In Tabelle A sind die einzelnen Fänge nachgewiesen. Es wurden im Ganzen 212 einzelne Netzzüge in Samoa ausgeführt, welche ergaben, dass durchschnittlich 0,42 cc Plankton in 1 cbm Wasser hier vorhanden war. Das Maximum war 1,4 cc im Juni zu Apia (Nr. 36), das Minimum 0,04 zu Leone im October. Hierbei muss aber bemerkt werden, dass die unter 0,1 cc bleibenden Mengen meist auf Plätzen gewonnen wurden, welche keine Häfen, sondern Rheden zu nennen sind, wo also der Ocean direct einwirkt, als Mulifanua und Leone (Nr. 51, 56, 59), und dass die grossen Mengen wesentlich durch Sagitten verursacht sind.

Da aber an einer Stelle gewöhnlich mehrere Netzzüge hintereinander, oder an einem Orte an verschiedenen Stellen zur selben Zeit solche gemacht wurden, so ergeben sich in der That eigentlich nur 37 Fangserien an verschiedenen Plätzen und zu verschiedenen Zeiten, also 37 Durchschnittsfänge. Diese vertheilen sich auf folgende Orte:

Apia	13
Saluafata	7
Pango-pango	5
Vailele	4
Fangaloa	2
Mulifanua	2
Falealili	1
Safata	1
Leone	1
Falefā	1
	37.

Von diesen Fangserien hat ebenfalls Nr. 36 den höchsten Durchschnitt mit 1,0 cc wie Nr. 56 (Leone) den niedrigsten mit 0,08 cc.

Die höchsten Fänge wurden im Mai und Juni erreicht, also beim Beginn der Passatzeit. Da jedoch December, Januar, Februar und März ausfallen, so kann eine Angabe über das Schwanken des Planktons in Samoa nur von relativer Bedeutung sein.

Für die nahe bei einander gelegenen und ungefähr dieselben Verhältnisse darbietenden Plätze Apia und Saluafata ergiebt sich folgendes:

Mai	0,49 cc	(Nr. 35, 75, 76, 76.)
Juni	0,78 „	(Nr. 36, 77, 78.)
Juli	0,53 „	(Nr. 37, 38, 39, 43.)
August	0,33 „	(Nr. 47, 48, 50, 52.)
September	0,52 „	(Nr. 53.)
October	0,3 „	(Nr. 58, 60.)
November	0,69 „	(Nr. 1 u. 2.)

Merkwürdig ist, dass die beiden Fänge zu Apia am 5. Juni 1894 (Nr. 36) und am selben Tage des Jahres 1895 (Nr. 77) mit 1,0 cc und 0,75 cc in ihren Jahrgängen die höchsten sind. Bei dem leider lückenhaften Material will ich daran keine weiteren Schlüsse knüpfen. Es geht nur daraus hervor, dass Schwankungen im Planktongehalt auch hier vorzukommen scheinen, dass sie indessen gemäss dem geringen Wechsel in der Temperatur der Jahreszeiten verhältnissmässig geringe sind.

Wie aus Nr. 39, 42 (a—e), 43 hervorgeht, so kann es vorkommen, dass man fünfmal hintereinander an derselben Stelle ziemlich genau dasselbe Quantum fängt. Es kann aber auch vorkommen, dass man aus gleicher Tiefe beim ersten Zug 0,58, beim zweiten 0,72 und beim dritten 0,36 cc erhält (Nr. 46) oder 0,2, 0,09 und 0,3 (Nr. 45). Aus diesem Grunde ist es mit den Stufenfängen übel bestellt.

Es ist eine längst gewürdigte Thatsache, dass die horizontale Verbreitung der pelagischen Thiere wechselt, namentlich die der grösseren, als Medusen, Tunicaten u. s. w.

Um über das Microplankton einigen Aufschluss zu erhalten, habe ich in 13 Fangserien einige Fänge auf 10 m und einige aus grösserer Tiefe zur selben Zeit und an selber Stelle gemacht:

Für den grösseren Reichthum unterhalb 10 m sprachen 9 und zwar:

Fangserie	Oberfläche bis zu 10 m	Oberfläche bis zu (siehe Klammer):
49	0,32 cc	0,43 cc (16—19 m)
50	0,29 „	0,37 „ (19—20 m)
52	0,22 „	0,45 „ (14,5 m)
54	0,23 „	0,25 „ (35 m)
55	0,07 „	0,1 „ (35 m)
56	0,07 „	0,08 „ (33 m)
57	0,22 „	0,34 „ (35 m)
73	0,5 „	0,81 „ (20—30 m)
74	0,31 „	0,55 „ (20 m)
	Das Umgekehrte ergaben 4:	
45	0,36 cc	0,2 cc (40 m)
46	0,55 „	0,27 „ (40 m)
53	0,65 „	0,44 „ (17 m)
58	0,21 „	0,15 „ (13 m)

Im Allgemeinen würde dies dafür sprechen, dass in Samoa nnterhalb der 10 m-Grenze (wohl bis zu 20 m) bei Tage mehr Microplankton vorhanden ist als

oberhalb dieser Grenze; da ich aber die Stufenfänge zur Studirung der horizontalen Verbreitung völlig unzureichend halte, so vermeide ich es, irgend welche festen Schlüsse zu ziehen. Dies erhellt auch aus folgenden Beispielen:

Fang 44.	f) 1 × 20 m	= 0,18 cc
	i) 1 × 25 m	= 0,08 „
„ 45.	b) 1 × 40 m	= 0,05 „
	d) 1 × 10 m	= 0,05 „
„ 53.	b) 1 × 17 m	= 0,07 „
	d) 1 × 10 m	= 0,09 „

Wenn auch die Masse nicht absolut in diesen Fällen maassgebend ist, so erhellt doch aus der schwankenden Planktonmenge bei mehreren gleich tiefen Zügen an einer Stelle (ohne besondere Beimischungen), dass ein Schluss aus einer einzigen Reihe von Stufenfängen ein sehr trügerischer sein kann.

Wenn man Studien über horizontale Verbreitung machen will, wird man Schliessnetzfänge unbedingt fordern müssen, wie sie Birge in neuerer Zeit im Lake Mendota in kleinerem Maassstabe mit Erfolg ausgeführt hat (56 c. S. 81.).

Besonderer Erwähnung bedarf aber hierfür auch ein sehr einfaches Verfahren, welches Peck (61) angewandt hat, nämlich mittelst eines Pumpenschlauches Wasser aus bestimmten Tiefen zu heben. Untersuchungen in dieser Richtung sind namentlich an Bord grösserer Schiffe leicht ausführbar. Auch während der Fahrt kann man auf diese Weise wenigstens qualitatives Material sich erwerben, wie meine Fänge aus dem rothen Meere beweisen (58 c.).

Ein Zeugniss für die gleichmässige Vertheilung in einem Hafen ist Nr. 50, wo in Saluafata an 10 verschiedenen Stellen ziemlich gleiche Mengen gefunden wurden, die nur zwischen 0,3 und 0,47 cc schwankten.

Versuche wurden auch einmal angestellt, ob im Innern des 2 Seemeilen langen Pango-pango-Hafens an 3 verschiedenen Plätzen von innen nach aussen verschiedene Mengen und zwar am weitesten innen am meisten vorhanden wäre. Auch hier war das Resultat negativ. Leider konnten die Untersuchungen nicht bis zum Ausgange der Bucht fortgesetzt werden (Nr. 74).

Endlich wurde darauf geachtet, ob nicht bei Niedrigwasser zu Apia mehr Plankton vorhanden wäre, als beim folgenden Hochwasser. Die darauf abzielenden Fänge entschieden dies zu Gunsten des Niedrigwassers, was bei der grösseren Armuth des Meeres ja nicht zu verwundern wäre. Leider konnte auch hier nicht genügend Material gesammelt werden, um dies sicher zu stellen.

Die Daten sind folgende:

Nr. Fang	Ebbe (Niedrigwasser)	Fluth (Hochwasser)
42	0,35 cc	0,24 cc
44	0,41 „	0,26 „
76	0,47 „	0,27 „
77 } 78 }	0,75 „	0,6 „

Die Fänge sind während zwei direct auf einander folgender Gezeiten gemacht (s. Tabelle.).

Was nun die Zahl der Individuen und die Composition in Samoa ergiebt, so lässt sich darüber ein endgültiges Urtheil noch nicht fällen, da die Bearbeitung des Materials noch aussteht. Immerhin ergaben einige Zählungen, dass die höchsten Maasse im Juni und Juli auch am meisten Individuen haben, während die kleinsten auch weit an Zahl zurückstehen. Z. B.:

Nr.	cc	Zahl
36	1,0	15000
38	0,67	17000
77	0,75	13500
39	0,4	2100
44	0,26	1100
51	0,11	1650

In der Hauptsache bestehen alle Fänge in Samoa aus Copepoden und Ostracoden und namentlich bei den grossen Maassen treten stets auch Sagitten wenigstens durch ihr Volumen in den Vordergrund. Globigerinen und Molluskenlarven von ca. 0,1 □mm Grösse pflegen häufig ca. 1 % auszumachen; in selber Menge sind Diatomeen gewöhnlich vorhanden und wohl auch Radiolarien. Merkwürdigerweise sind Larven von Korallen, Echinodermen, Medusen u. s. w. recht selten in den quantitativen Fängen; nur die nie fehlenden Nauplius- und sonstigen Crustaceenlarven treten hier stets in Erscheinung, sowie die Appendicularien.

Unter den Copepoden sind die kleinen Oithonaformen besonders zahlreich und gemein; daneben vorwiegend Calanus, Paracalanus, Acartia und Corycaeus.

Bei den Ostracoden scheint es sich lediglich um das noch unbekannte 1 mm grosse Weibchen der merkwürdigen Euconchoecia Müller's zu handeln. Alles Specielle bleibt späteren Veröffentlichungen vorbehalten.

2. Die Resultate der Fänge in Neu-Seeland und Neusüdwales.

Es wurden im Ganzen hier 117 einzelne Fänge ausgeführt, welche in Tabelle D näher bezeichnet sind und durchschnittlich 1,84 cc Plankton auf 1 cbm Wasser ergaben. Das Maximum war hier 8,5 cc (Nr. 31b) im Hafen von Sydney, das Minimum 0,52 (Nr. 64b und c) zu Akaroa im Süden von Neuseeland. Der Grund für diesen kleinen Fang ist auch hier die Nähe der offenen See, indem der Fang im Hafenausgang bei Hochwasser stattfand.

Der Hafen von Sydney (Port Jackson) ist daselbst bekannt wegen seines Reichthums an Peridineen, Noctiluken, Tintinnen, Diatomeen u. s. w.; er ist vom Meere völlig abgeschlossen und meist still wie ein Teich (s. Th. Whitelegge „On the recent discolouration of the waters of Port Jackson“ Records of the Australian Museum. Vol. I. Nr. 9. Oct. 1891).

Einen Theil des Planktons von Auckland (N. Z.) habe ich selbst an Ort und Stelle bearbeitet (59). Ich hatte daselbst so eine Uebung durch die häufigen Untersuchungen gewonnen, dass ich einigen Neuseeländer Zoologen vorauszusagen vermochte, wieviel und was ungefähr ich fangen würde. Sie waren sehr verwundert, als ich ihnen die centrifugirte Masse und alsbald die Componenten unter dem Microscop nachwies (Fang Nr. 61a). Da ich nur die Zeiten von December bis April in diesen Gegenden zubrachte, so vermag ich natürlich nicht anzugeben, wie

der Planktongehalt in diesen Gewässern wechselt. Es steht zu erwarten, dass zu gewissen Zeiten noch weit grössere Massen an Diatomeen vor allem an Chaetoceras, Coscinodiscus und Rhizosolenien werden beobachtet werden, als sie z. B. Fang 14, 20 und 23 darbieten. Anhäufungen von Glenodinium sind im Port Jackson im März 1891 in solcher Ausdehnung beobachtet worden, dass das Wasser blutroth gefärbt war.

Ich selbst fand zur selben Zeit daselbst grosse Anhäufungen von Diatomeen (in Fang Nr. 33 Asterionella).

Ein weiterer Unterschied von Samoa ist der Reichthum dieser Gewässer an Cladoceren, von denen die Penilia pacifica n. sp., welche über 1 mm gross ist, im März im Haurakigolf in solchen Massen auftrat, dass einmal 38 °/₀ im Fang 22 (= ca. 8000 in 1 cbm) gezählt wurden.

3. Vergleichung der Resultate unter sich und mit anderen.

Wenn man die Tabellen A und D auch nur flüchtig durchschaut, so muss doch auffallen, dass in ersterer die auf 1 cbm berechneten Planktonmengen unter 1, in letzterer darüber sind, mit geringen erwähnten Ausnahmen. Aus den zahlreichen Fängen ergiebt sich, dass dies kein Zufall, sondern ein bestehendes Factum zu sein scheint, wie denn auch die Gesammtdurchschnitte 0,42 cc und 1,84 cc nichts an Deutlichkeit zu wünschen übrig lassen (s. auch die folgende Uebersicht).

Dass die tropischen Gestade ärmer an Plankton sind, zeigen auch die 11 Fänge von Viti (s.Tabelle B) mit demselben Durchschnitt 0,42 cc, wie die 212 Fänge Samoas.

In derselben Tabelle ist noch ein Fang von Aden (Nr. 79), welcher wohl etwas zu hoch ausgefallen ist (1,0 cc), da die Rhede voll Sand ist und das Wasser demgemäss verunreinigt war.

Obwohl ich bei der Heimkehr überzeugt war, dass dies an anderen tropischen Plätzen sich ähnlich verhalten müsste, erwartete ich doch in einem stillen Binnenmeer, wie es der Hafen von Suez im Rothen Meere ist, eine Ausnahme. Wie erstaunte ich, als ich daselbst von vier Netzzügen den Durchschnitt 0,46 cc auf 1 cbm Wasser erhielt. Ich bin weit entfernt damit sagen zu wollen, dass diese Menge immer hier vorhanden wäre; aber dies giebt doch zu denken!

Bald war ich wieder in Kiel.

Von vergleichenden Fängen in der Ostsee seien erwähnt:

19.	December	1895	1 cbm	(10 m)	= 4,4	cc	(Peridineen)
"	"	"	"	"	= 3,65	"	"
"	"	"	"	"	= 2,9	"	"
"	"	"	"	"	= 4,4	"	"
"	"	"	"	"	= 4,9	"	"
14.	April	1896	"	"	= 6,6	"	(Chaetoceras)
"	"	"	"	"	= 11,0	"	"
15.	"	"	"	(20 m)	= 18,0	"	"
29.	"	"	"	(10 m)	= 6,0	"	"
22.	Mai	"	"	"	= 3,25	"	(" verschwunden)
28.	"	"	"	"	= 1,9	"	(Rotatorien)
"	"	"	"	"	= 2.2	"	"

Uebersicht

über die Mengen der Planktonfänge von Samoa-Viti und Neuseeland-Neusüdwales.

Centrifugirte, auf 1 cbm Wasser berechnete Mengen in cc	Einzelne Fänge		Durchschnitte der Fangserien	
	Samoa-Viti (212) (11)	Neuseeland-Neusüdwales	Samoa-Viti (37) (2)	Neuseeland-Neusüdwales
0,01—01	10	—	2	—
0,1 (—0,2)	28	—	3	—
0,2 (—0,3)	35	—	8	—
0,3	45	—	7	—
0,4	28	—	6	—
0,5	25	6	6	2
0,6	23	2	3	—
0,7	19	4	2	1
0,8	5	1	—	—
0,9	3	5	1	2
1,0	2	61	1	20
2,0	—	27	—	7
3,0	—	7	—	2
4,0	—	2	—	1
5,0	—	1	—	1
6,0	—	—	—	1
7,0	—	—	—	—
8,0 (—9,0)	—	1	—	—
Summe der Fänge	223	117	39	37
Gesammtdurchschnitt der Mengen	0,42 cc	1,84 cc	ebenso	—

4. Die Copepoden als constanter Component aller verticalen Planktonfänge.

Es ist trotz mannigfacher Betonungen immer noch nicht genügend durchgedrungen, dass es einen Componenten im Plankton giebt, welcher nie fehlt, die Copepoden. Seit ich auf Schiffen lebe, habe ich niemals weder einen quantitativen noch einen qualitativen Fang gemacht, in welchem diese Vertreter auch nur spärlich gewesen wären (abgesehen von den Fängen in Fahrt, wenn das Netz nur über die bewegte See fegt, wobei die Ausbeute immer gering zu sein pflegt). Haeckel theilt in einer neueren Arbeit (53 b.) das Plankton auf Grund von 404 Fängen des Schiffscapitäns J. Hendorff in Bremen ein in

I. Monotones Plankton — mindestens $^9/_{10}$ des ganzen Volumen ist aus Massen einer einzigen Form oder Formengruppe gebildet,

II. Prävalentes Plankton — mindestens die Hälfte des ganzen Volumen ist aus Massen einer einzigen Form oder Formengruppe gebildet.
III. Polymiktes Plankton — keine Form erreicht die Hälfte.
IV. Pantomiktes Plankton — aus sehr zahlreichen, verschiedenen Arten, Familien und Classen äusserst bunt zusammengesetzt.

Diese Eintheilung ist zweifellos practisch. Ebenso gut könnte man aber die Planktonfänge danach eintheilen, wie viel % Copepoden sie enthalten, und wieviel an Zahl, vorausgesetzt, dass die Fänge vertical gemacht sind.

Haeckel sagt ferner nämlich:

„Das monotone Plankton ist uniform, wenn nur eine Species, pluriform, wenn mehrere Species die Masse zusammensetzen. Unter den 152 monotonen Planktonfängen finden sich 57 Fälle von Copepoden (36 uniform und 21 pluriform); 34 Crustaceen (verschiedener Ordnungen); 21 Radiolarien (meist pluriforme Polycyttarien; 9 Oscillatorien (meist uniform Trichodesmium) u. s. w."

Haeckel fand unter 57 monotonen Copepoden-Fängen 36 uniforme, also solche, in denen eine einzige Species $^{9}/_{10}$ aller Componenten ausmachte. Dies weist darauf hin, wie Heudorff diese Fänge gemacht hat: wenn er eine Verfärbung des Wassers sah, so fischte er mit dem Oberflächennetz durch, um möglichst viel davon zu erbeuten; dies wird auch dadurch veranschaulicht, dass neun uniforme Fänge von Oscillatoren darunter sind, welche bekanntlich meist an der Oberfläche schwimmen (siehe auch Challenger-Notizen von der Arafura-See, Capitel 6.).

Da ich in Neu-Seeland und Australien, im Pacifischen und Rothen Meer und in der Ostsee (hier vor allem in der Danziger Bucht im Sommer 1892) diese grossen Anhäufungen gesehen habe, so ist mir ein monotoner Phycochromaceenfang nichts wunderbares. Er ist ein Schaustück für eine Sammlung, aber dient doch weniger für Compositionsbeweise. Dass das Wasser von Oscillatorien auch durchsetzt sein kann, ist natürlich; so fand ich jetzt, da ich diese Zeilen niederschreibe (Ende Mai), das Wasser der Ostsee von den dänischen Inseln bis Rügen voll von diesen Bündeln, so dass es leicht bräunlich aussah. Die Copepoden waren aber doch an Volumen vorherrschend. Die Fänge, welche ich in Samoa gemacht habe, sind annähernd monotone Copepodenfänge; darunter ist aber kein einziger uniformer. Ich schreibe Haeckel's grosse Zahl an uniformen Copepodenfängen (36) der horizontalen Fangart zu, und da Haeckel die Fänge nicht selbst gemacht hat, so haben seine Angaben natürlicherweise nur relativen Werth. Im übrigen ist die in Aussicht gestellte grössere Veröffentlichung abzuwarten. Ich will hier nur noch hinzufügen, dass ich unter meinen Fängen noch keinen uniformen Copepodenfang gesehen habe; bei einem Verticalfang von mindestens 10 m halte ich einen solchen für nahezu ausgeschlossen.

Dass die Copepoden ubiquitär sind, beweisen die verschiedenen Angaben solcher Forscher, welche sich specialistisch mit Copepoden befasst haben; Haeckel steht freilich auch hier im Widerspruche (53a Seite 51), wenn er auch ihre Bedeutung anerkennt:

„Indessen gilt auch für diese wichtigste Gruppe der Planktonthiere dasselbe, wie für alle anderen, dass ihr Auftreten sehr ungleichmässig und von vielen Bedingungen abhängig ist."

Der Challenger hatte nämlich neben grossen Anhäufungen auch Stellen gefunden, wo keine Copepoden im Fang gewesen sein sollen. Brady giebt im Reisebericht folgende Scizze (Report S. 843):

„Die Copepoden sind nahezu universal in ihrer Vertheilung und schliessen frei schwimmende und parasitäre Formen ein. Die See vom Aequator bis zu den Polen lieferte grosse Mengen von ihnen, so dass sie oft mit weissen Bändern viele Meilen weit gefärbt ist. Aber die Erscheinung dieser kleinen Creaturen an der Oberfläche unterliegt Bedingungen, deren Natur im Ganzen kaum verständlich ist."

Man sieht, Brady spricht hauptsächlich von der Oberfläche.

Dahl sagt (57b S. 282):

„Die Copepoden sind zur Entscheidung der oben angeregten Fragen wegen ihrer weiten Verbreitung zweifellos die wichtigsten Organismen. Von der Oberfläche des Oceans bis in die grössten Tiefen hinab, vom Pol bis zum Aequator, auf hoher See, an der Küste, ja auch im Brack- und Süsswasser, überall findet man Copepoden und zwar in Folge ihrer geringen Grösse so zahlreich, dass man kaum irgendwo ein Netz auswerfen kann, ohne einige Thiere dieser Ordnung zu bekommen." Allerdings darf man nicht glauben, dass man an einem Orte immer dieselben Arten und noch dazu in gleicher Menge findet. Ich kann in dieser Beziehung nicht genug auf Giesbrecht's Worte verweisen (58b. S. 768), die er in seinem grossen Copepoden-Werke gebraucht:

„Aber auch unter den letztgenannten Meeresabschnitten ist höchstens die artenarme Ostsee erschöpfend auf ihre pelagischen Copepoden untersucht; die übrigen Species-Verzeichnisse sind unvollständig und selbst jahrelanges und durch alle Jahreszeiten fortgesetztes Durchsuchen des Auftriebes eines Meereszipfels verbürgt noch nicht die Kenntniss aller dort vorkommenden Arten, wie ich denn in dem seit 1882 durchfischten Golf von Neapel noch bis in die letzten Zeiten immer wieder seither übersehene Arten antraf."

Abgesehen von den grossen Diatomeen- und Peridineenfängen der kälteren Meere, welche ja nur zu gewissen Jahreszeiten erzielt werden, bilden die Copepoden nahezu immer an Volumen den grössten Componenten, jedoch nicht an Zahl. Dies ist bei der Kleinheit der Diatomeen u. s. w. begreiflich, deren Menge die Procentzahl der Copepoden herabdrückt. Wenn man 500000 Individuen in einem Fang zählt, wovon 10 % Copepoden sind, so macht dies 50000. Anderseits ergiebt ein Fang mit 5000 Individuen und 90 % Copepoden 4500 von diesen.

Dies erhellt aus einigen Beispielen von Neu-Seeland und Samoa, die ich hier folgen lasse:

Nr. des Fanges und Ort.		durchschnittliche centrifugirte Menge auf 1 cbm Seewaser.	Zahl der Organismen in 1 cbm	davon Copepoden (ohne Nauplius)	in %
Neuseeland	20	1,12 cc	146000	12400	8,5
„	21	0,95 „	63000	7000	11
„	23	2,5 „	521000	88575	17
„	25	5,8 „	298000	83500	28
„	61	1,3 „	50000	37250	75
„	62	2,03 „	300000	15000	5
„	63	1,35 „	68700	18550	27
„	66	1,2 „	118000	55400	47

Nr. des Fanges und Ort.		durchschnittliche centrifugirte Menge auf 1 cbm Seewasser.	Zahl der Organismen in 1 cbm	davon Copepoden (mit Nauplius)	in %
Samoa	38	0,68 cc	17000	14100	83
„	39	0,4 „	2000	1400	70
„	40	0,56 „	5—6000	4500—5000	ca. 90
„	42	0,3 „	2000	1500	74
„	43	0,5 „	7500	6200	83
„	44	0,41 „	4800	3360	70
„	46	0,48 „	5000	4500	90
„	57	0,37 „	5400	4700	87
„	77	0,75 „	13500	10800	80

Also nicht so sehr die Zahl der Copepoden ist einem Wechsel unterworfen, als vielmehr die der übrigen Componenten. Wenn man einen Meerestheil nicht über viele Jahre hinweg stetig untersucht hat, so wird man in jedem Falle über diese so lange im ungewissen sein, bis man eben das Microscop zu Hülfe genommen hat.

Freilich wechseln sogar die Zahl der einzelnen Copepodenarten in ihrem Verhältniss, so in Neu-Seeland hauptsächlich Euterpe acutifrons, Oithona, Temora u. s. w., in Samoa Oithona, Acartia und die Calaniden. Ja Ostracoden und Cladoceren treten bald hier, bald dort als Ergänzung hinzu, die Zahl mehr oder weniger beeinflussend. Hier fehlt es noch an zusammenhängenden biologischen Studien, um diese Verhältnisse überschauen zu können.

Aus den obigen Zahlen geht auch hervor, wie viel Raum für die übrigen Componenten bei den copepodenreichen Fängen Neuseelands übrig bleibt. Die meisten der Copepoden sind kaum $^1/_2$ mm lang, häufig noch indessen 1 mm, während grössere schon seltener sind. Von den kleineren darf man ungefähr 1000 auf 0,1 cc rechnen; doch ist dies natürlich grossem Wechsel unterworfen, wenn man bedenkt, dass der grösste bis jetzt beobachtete Copepode Heterochaeta Grimaldii Rich. 10,2 mm lang ist, allerdings ein Unicum.

Das Schwanken der einzelnen Planktoncomponenten sogar in der engeren Classe fiel mir schon während des Sommers 1892 auf, als ich an Bord des Vermessungsschiffes, S. M. S. „Nautilus“, Gelegenheit hatte, die Danziger Bucht eingehend kennen zu lernen. Ich hielt damals im Westpreussischen Fischereiverein zu Danzig einen Vortrag über die Ergebnisse dieser Studien, wobei ich unter anderem folgendes ausführte:

„Wenn man von den übrigen Theilen des Plankton sagen kann, dass sie nur an gewissen Stellen und zu gewissen Zeiten auftreten, so kann man von den Copepoden sagen, dass sie überall und immer vorhanden sind. Sie werden oft einige Millimeter gross und sind ihrer schnellenden Bewegung halber leicht zu sehen. Es ist bekannt, dass viele Fische sich hauptsächlich von diesen Krebsen nähren und ich brauche nur an den Hering zu erinnern, um die grosse Wichtigkeit dieser Thiere als Fischnahrung im Meer zu betonen. Wenn eine Ordnung ziemlich gleichmässig vertheilt ist, so ist es sicher die der Copepoden. Zuweilen treten sie jedoch auch in solchen Mengen auf, dass sie meilenweit die Oberfläche des Meeres roth färben. Dies machen sich die Heringsfischer zu Nutze, denn sie wissen, dass die „Rothäsung“ reichen Ertrag für ihre Netze bringt. Aber auch

dem Gaumen des Feinschmeckers scheinen diese Copepodenschwärme einen billigen Genuss zu bieten, denn der Fürst von Monaco, welcher auf seiner neuen Dampfyacht „Princess Alice“ nach wie vor seine Kräfte der Erforschung des Meeres weiht, giebt an, dass diese Krebschen in Butter gebraten recht gute Planktonpastetchen abgeben. — Aber wie man im Meere nicht immer dieselben Thiere findet, so auch im Süsswasser. Selbst bei vielen nebeneinanderliegenden Seeen herrscht durchaus nicht in jedem dieselbe Gattung.

Es scheint oft, als ob eine Ordnung die andere vollständig verdrängte. Beim Meere drängt sich besonders der Vergleich mit einem Wiesenlande auf, zumal da Hensen berechnet hat, dass ein Quadratmeter Meeresfläche ziemlich gleichviel organische Substanz liefert wie ein Quadratmeter Culturland (150—180 g). Wenn man nämlich das Meer mit dem Microscop durchwandert, so findet man dieselben Bilder, als ob man durch ein grosses Wiesenland dahin schritte, und dasselbe zu verschiedenen Jahreszeiten durchwanderte. Im Frühling blühen hier Primeln und Veilchen, dort Hyazinthen und Anemonen; der Sommer bringt Doldenblüther und Habichtskräuter; kommt man in eine andere Gegend, so treten andere Pflanzen auf und die alten verschwinden. Ein Bestandtheil in diesem Wiesenplankton findet sich aber überall und zwar der für die Ernährung des Rindviehes wichtigste, das Gras. Das Gras des Meeres aber, das nirgends fehlt, sind die Copepoden und der Hering ist das Rindvieh, das sich auf diesen Weideplätzen tummelt.“

Was ich in früheren Jahren in der Ost- und Nordsee, in England und Norwegen allenthalben gefunden, habe ich in der Südsee bestätigen können, und wenn ich auch weiss, dass diese Erfahrungen noch lange nicht genügen, so stehe ich doch nicht an, diese Anschauungen als meine frei gewonnene Ueberzeugung kundzugeben.

5. Küsten- und Seefänge.

Wie das (Mikro) Plankton der tropischen Zonen quantitativ geringer ist als das der gemässigten und kalten Zone, so ist das Plankton der offenen See geringer als das der Küste.

Um hier vergleichende Zahlen zur Hand zu haben, muss man jeden Fang auf 1 cbm Wasser berechnen. Schon in der Einleitung zu Capitel VIII habe ich erwähnt, dass dies bei den Seefängen höchstens bis zu 200 m Tiefe geschehen kann, weil sonst die Zahlen viel zu niedrig ausfallen.

Nach den neueren Messungen darf ja 200 m als die Grenze angesehen werden, bis zu welcher das Plankton in nennenswerther Menge vorhanden ist, ja vielleicht ist für die Cubikmeterberechnung eine weit geringere Tiefe als Grenze anzunehmen.

Brandt sagt über die Schliessnetzfänge der Planktonexpedition (54c): „Ein wichtiges Ergebniss besteht zunächst darin, dass im Atlantischen Ocean eine dichtere Bevölkerung nur in den oberflächlichen Schichten von 0—200 m sich findet. Diese Thatsache drückt sich schon in der von Schütt veröffentlichten Tabelle der Volumina aus (s. 55, Tabelle 10). Sämmtliche 29 Schliessnetzfänge enthielten so geringe Mengen von Organismen, dass eine zuverlässige Volumbestimmung durch Absetzenlassen nicht mehr möglich war. Das Volumen betrug stets weniger als 0,5 ccm,

während der kleinste vergleichbare Verticalfang von 200—0 m in dem ganzen untersuchten Gebiet 1,5 ccm Masse enthielt. Die Region von 200—400 m Tiefe ist schon erheblich ärmer als die darüber befindliche Wasserschicht. Unter 400 m aber herrscht ausgesprochene Armuth im Vergleich zu den oberflächlichen Schichten."

Dass Chun bei Neapel „sowohl an der Oberfläche wie in allen Theilen bis zu 1400 m ein reiches pelagisches Thierleben" fand, führt Brandt auf die Ausnahmestellung des Mittelländischen Meeres anderen Meeren gegenüber zurück, da, wie bekannt, das Mittelmeer sich in seinen Tiefenwärmen anders verhält.

Die späteren Schliessnetzfänge Chun's bei den canarischen Inseln scheinen indessen ähnliche Ergebnisse wie die Plantonexpedition zu Tage gefördert zu haben. Auch haben Grobben und v. Marenzeller im Mittelmeer niederere Resultate als Chun erhalten.

Agassiz berichtet über folgende Ergebnisse seiner Studien in dem westindischen Gebiet (26f, S. 8): „Ich dachte, ich könnte keinen besseren Platz finden, um endgültig die verticale Verbreitung des pelagischen Lebens festzustellen, als bei Havana, wo tiefes Wasser (bis 900 Faden) nahe am Land ist und ein grosser Meeresstrom, der Golfstrom, fliesst, welcher bekannt ist für den Reichthum an pelagischem Leben, das er mit sich trägt. Wir fischten in 100, 150, 250 und 300 Faden und an der Oberfläche oder nahe darunter und ich fand nichts, was meine alten Ansichten ändern könnte, welche ich in den Preliminary Reports der „Albatross"-Expedition von 1891 ausgesprochen habe. In keiner Tiefe erhielt ich mit dem Tannernetz irgend eine Species, welche nicht auch zu irgend einer Zeit an der Oberfläche gefunden worden wäre. Selbst in 100 Faden (185 m) Tiefe war der Betrag an pelagischem Leben viel weniger als in dem Bereich von der Oberfläche bis zu jener Tiefe. In 150 Faden war noch weniger und in 250 und 300 Faden enthielt der geschlossene Theil des Tannernetzes nichts."

(Und Seite 9, Tongue of the Ocean, zwischen den Korallenriffen der Great Bahama Bank):

„Wir fischten um 9 h 30′ a. m. in der Tiefe von 100 bis 110 Faden ungefähr 20 Minuten lang: das Netz schloss sich vortrefflich. Nur ein Copepode wurde von dieser Tiefe aufgebracht, während in dem offenen Theil des Netzes mehrere Exemplare von Eucope, viele Diphyesglocken, zahlreiche Copepoden, Alciope, Schizopoden, Larven von Brachiuren, Macruren, Doliolum, Appendicularien, Gasteropoden-Larven und Collozoum waren."

Ein weiterer Fang daselbst in 300 Faden erbrachte ungefähr dasselbe Resultat, ebenso wie zahlreiche ähnlich ausgeführte Fänge an anderen Plätzen.

Ich will nur noch erwähnen, dass Murray auch 100 Faden als untere Grenze angiebt.

Nach diesen Ausführungen dürfte es wohl gestattet sein, Fänge von 200 m Tiefe als Vergleichsfänge bei der 1 cbm Berechnung herbeizuziehen.

Anerkanntermaassen hat jede Küste ihre eigenen Vertreter, welche der Hochsee fehlen und umgekehrt. Sogar bei den kleinsten Inseln ist dies der Fall, wie es die Planktonexpedition für Ascension u. s. w. fand.

Hensen berichtet von Bermuda (Vortrag in der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte 1893): „Auf Bermuda lagen wir im Gezeitenstrom nur

500 m von der freien See entfernt, wo die Küste rasch zu grossen Tiefen abfällt. Trotzdem war das Plankton völlig verändert. Ein Zug fing dort z. B. 3821 Larven von Borstenwürmern, während die 10 benachbarten Hochseefänge davon zusammen 41 Stück ergaben. Die Krebsgattung der Corycaeiden war auf Bermuda gar nicht vertreten, während die 10 Fänge aus der Nachbarschaft davon 3177 Stück ergaben; ähnlich war der Unterschied bezüglich sehr viel anderer Formen. Ich vermag noch nicht diesen merkwürdigen Ausfall der Hochseethiere in einem gleichsalzigen und gleichwarmen Küstenwasser theoretisch zu begründen."

Peck fand folgende Zahlen in 1 cbm in der Bussard-Bay in Nordamerika (60):

Datum:	Innenhafen:	Aussenhafen:
13. September 1894	150 Millionen	85 Millionen Organismen
24. " "	1128 "	13 " "
27. " "	700 "	21 " "

wobei es sich betreffs der grossen Zahlen um Exuviaella, Chaetoceras und Melosira handelte.

Ich verweise ferner auf Tabelle C und D im Anhang betreffs Neu-Seeland und Australien.

Während in 117 Fängen in den Häfen durchschnittlich 1,84 cc gefunden wurde, brachten 11 Seefänge nur durchschnittlich 0,29 cc.

Leider war ich nie so glücklich, in dem Meere um Samoa Seefänge machen zu können. Nur ein einziger 100 m-Fang nahe den Tongainseln steht mir hier zu Gebote.

Aber ich habe bei Besprechung der Resultate der Samoafänge schon erwähnt (s. d.), dass in den vier Fällen bei Ebbe deutlich mehr gefunden wurde als bei Fluth.

Ferner zeigt auch Tabelle A verschiedene Fänge (z. B. Nr. 51 u. 56), deren Planktonmassen aussergewöhnlich niedrige sind (meist unter 0,1). Daran sind offenbar die Fangplätze schuld, denn Mulifanua und Leone sind offene Rheden, woselbst das Schiff in ca. 30 m Tiefe ankern musste. Ich bin indessen weit entfernt, diese als beweiskräftig zu erklären und muss es späteren Untersuchungen überlassen, diese Beweise zu schaffen.*)

Ich glaube aber doch durch die Befunde in Neu-Seeland und Australien und denen der Planktonexpedition zu dem Schluss berechtigt zu sein, dass die Samoainseln sich analog verhalten.

Für die Korallenriffe erscheint dies von Wichtigkeit.

Murray sagt nämlich (21a):

„Schleppnetzexperimente zeigten immer viel weniger pelagisches Leben in den Lagunen als am äusseren Riffrande. Die Lagune wird weniger günstig für das Wachsthum aller der massiveren Corallenarten, wenn das äussere Riff die Oberfläche erreicht und den freien Ersatz des Wassers abschneidet."

*) Qualitative Planktonfänge, deren ich um Samoa mehrere machen konnte, vermeide ich absichtlich anzuführen, da trotz grosser Uebung, deren Häckel sich rühmen kann, Täuschungen hier zu leicht möglich sind. Im übrigen sprechen sie für die Armuth der offenen See.

Es wäre sehr zu wünschen, dass quantitative Netzzüge auch innerhalb der Atolllagunen gemacht würden, und Vergleichsfänge in der umgehenden See, damit die Ansichten über die Ernährung der Corallenriffe durch Thierströme aus der Welt geschafft würden.

Schon weiter oben habe ich die Gründe dargelegt, warum dies nicht sein kann, bei der Besprechung der Fussbildung (IV. 5a u. b.) und bei Besprechung der Meeresströmungen als Nahrungsquelle (V. 3).

Im nächsten Capitel werde ich darzuthun versuchen, dass der tropisch-pacifische Ocean recht arm ist und aus allen Untersuchungen und Schlüssen muss man annehmen, dass die relativ arme Küstenfauna, sowohl im Riffgebiet als auch an andern tropischen Küsten immer noch reicher ist als der offene Ocean.

6. Die Armuth des tropischen pacifischen Oceans.

Es wäre eigentlich überflüssig, bei diesem Thema noch länger zu verweilen. Im Capitel 3 ist es schon genügend betont (ebenso Abschnitt VII, Cap. 3), wie verhältnissmässig arm dieser Meerestheil ist.

Ich will jedoch noch einige Daten geben und vor allem einigen andern Beobachtern das Wort verleihen, um darzuthun, dass diese Beobachtung nicht vereinzelt ist.

Am 31. August 1893 hatte der Postdampfer „Karlsruhe" Sydney verlassen, um die Ablösungsmannschaft der deutschen Kriegsschiffe nach Apia zu bringen. Es ging mitten in die Südsee hinein, von deren Wunder uns Forster und Chamisso berichtet, und die man nun wirklich selbst zu Gesicht bekommen sollte. Auch ich glaubte immer noch fest an die alten Traditionen und hoffte auf eine reiche Ausbeute. Zahlreiche Tümmler hatten das Schiff in die See hinaus begleitet, darunter eine wohl über 3 m lange Orca-Art, welche weit über einen Meter hoch in die Luft sprang, um sich dann auf den Rücken in das Wasser fallen zu lassen, so dass der Gischt bis zum hohen Bug des Schiffes heraufspritzte. Zahlreiche Albatrosse folgten beständig dem Schiff, Seeschwalben und Sturmvögel, und Nachts war ein herrliches Meerleuchten im Schraubenwasser sichtbar. Es liess sich gut an.

Am 2. September zeigten sich zahlreiche Salpen an der Oberfläche von 5 bis 10 cm Länge.

Am 3. September waren die Albatrosse vereinzelt; einige fliegende Fische (Exocoetus) zeigten sich und abends glitzerte die Bugwelle prächtig.

Am 4. September waren die Albatrosse verschwunden. 25° s. Br. waren erreicht. Mittags wurde indessen noch ein einziger von Gansgrösse schwimmend gesehen. Es zeigten sich Anhäufungen von Phycochromaceen, welche stellenweise das Wasser gelb färbten. Einige fliegende Fische.

Am 5. September Wendekreis und 180. Längengrad passirt. Gegend der Vitiinseln. Mässig viel fliegende Fische, von denen einer von gegen 40 cm Länge zweimal den Schiffsbug bei 14 Meilen Fahrt kreuzte, ohne die Flossen zu bewegen.

Auch am folgenden Tage wurden noch einige bunte grosse und viele kleine gesehen.

In zwei weiteren Tagen war Samoa erreicht. Die fliegenden Fische waren wieder verschwunden. Einige Seetölpel (Anous stolidus) und einige Thalassidromen war alles, was sich noch zeigte.

Während der folgenden zwei Jahre habe ich trotz häufiger Fahrten zwischen den Inseln nicht viel mehr sehen können. Vereinzelte fliegende Fische erschienen hin und wieder; hin und wieder auch ein Wal; niemals sah ich aber Tümmler. Trotz stundenlangen täglichen Sitzens am Schiffsbug konnte ich in dem durchsichtigen Wasser nur selten etwas erkennen. Das mässig starke Leuchten des Schraubenwassers deutete darauf hin, dass auch Nachts nicht viel mehr an der Oberfläche vorhanden war, während im Süden bis über 1 Fuss im Durchmesser haltende Feuerkugeln und unzählige kleinere, bis zu Funkengrösse herab, die Nacht verherrlichten. Wie ich schon oben erwähnte, waren die Medusen im Hafen von Pango-Pango und einigemale die Velellen die einzigen grösseren Planktonthiere, welche ich um Samoa im Wasser sah.

Ich verstand nun Finsch's Worte, wenn er in seinen „Samoafahrten" (S. 18) über die Reise von Sydney nach Neu-Guinea sagt:

„Im übrigen verlief die Reise ohne besondere Zufälle in gewohnter Einförmigkeit des Seelebens und der See selbst, die, wie ich schon aus Erfahrung wusste, in diesen Breiten wenig bietet und je näher dem Aequator, immer ärmer wird. Vergebens späht man nach Walthieren und ist schon zufrieden, wenn gelegentlich eine Schaar lustiger Delphine das Schiff eine Zeit lang umspielen oder fliegende Fische ihr Element verlassen, um nach kurzer Luftreise wieder in dasselbe einzutauchen."

Wenn Balboa, als er den „stillen" Ocean zum ersten Mal erblickte, Zoologe gewesen wäre, so müsste man seinem Scharfblick Bewunderung zollen. Er wusste nicht, wie recht er hatte.

Freilich ist dies nicht die Ansicht einer Expedition, welche diese Breiten nur zweimal durchfahren hat. Ihre grossartigen Leistungen in der Tiefsee-Erforschung haben natürlich veranlasst, dass man auch ihren Oberflächenstudien eine analoge Beachtung schenkte. Als der „Challenger" seine Reise machte, war der Glauben an den allgemeinen Reichthum der tropischen Gewässer noch so tief wurzelnd, dass es unmöglich war, an der Hand qualitativer Netzzüge zu einer andern Ansicht zu kommen. Jeder weiss, dass bei Abschätzen selbst der Geübteste grossen Täuschungen unterworfen ist. Den Aufschluss darüber konnte allein eine quantitative Methode bringen.

Da die Anschauungen der „Challenger-Expedition" leitend wurden für alle weiteren Forschungen, so habe ich mir die Mühe genommen, alles herauszusuchen, was über Plankton im pacifischen Ocean gesagt ist (s. Narrative of the Voyage Vol. I. 2. Theil).

Die Daten beginnen mit Sydney (Aufenthalt 6. April bis 8. Juni 1874).

Seite 462.

„Die Dampfpinasse war häufig im Gebrauch behufs Dredschen und Netzfischen im Sydneyhafen und die Schleppnetze wurden häufig gebraucht. Anneliden- und Ascidien-Larven waren besonders häufig an der Oberfläche und grosse Samm-

lungen von Invertebrates wurden vom Boden aufgebracht.“ (Alles über Plankton vom Hafen).

Seite 469. (Fahrt von Sydney nach Wellington-Neu-Seeland.)

„Die Oberflächennetze waren beständig im Gebrauch und die Naturforscher gebrauchten mehrfach die Boote, um das Oberflächenleben zu beobachten. Pulvinulina micheliniana war zahlreicher als früher bemerkt worden; am meisten davon wurden gefangen, wenn das Netz in 80 Faden Tiefe schwebte. Beim grösseren Theil der Exemplare hüllte die bräunlichgelbe Sarcode die Schale ein und in zwei Fällen wurde beobachtet, dass dieselbe in blasenähnlichen Ausdehnungen ausgeworfen wurde, scheinbar zum Zweck einer Flossbildung, ähnlich wie das später bei Hastigerina beobachtet wurde. Coccosphären waren besonders häufig an der Oberfläche. Kleine, ganz durchsichtige Massen von Sulze wurden häufig an der Oberfläche gefangen u. s. w.“

Seite 474. (Oestliche Küste von Neu-Seeland, ca. 35° s. Br.)

„Am Abend war ein schönes Schauspiel von phosphorescirendem Licht an der Oberfläche, verursacht durch Pyrosoma, als das Schiff mehrere Bänke (banks) derselben passirte.“

Seite 485. (Tonga.)

„Eine grosse Foraminifere (Orbitolites) ist sehr gemein auf den Riffen.“

Seite 521 heisst es (Ort zwischen Api und Raine Island in den Neuen Hebriden): „Die Oberfläche und Unteroberfläche war voll (teeming) von Leben; alle gewöhnlichen tropischen Formen wurden hier in grossem Ueberfluss gefunden. Die Liste der erbeuteten Thiere war beinahe identisch mit der des tropischen Atlantic, obwohl beträchtliche Unterschiede bemerkt wurden in der relativen Menge der Species.“

Seite 544—545: „Die Oberflächennetze in der Arafura-See (zwischen Neu-Guinea und Australien) lieferten grosse Mengen von Diatomaceen (Diatoms), häufig gefüllt mit einer gelb scheinenden Masse, und erinnerten an die Diatomaceenfänge während der Fahrt im Antarktischen Ocean. In der Nähe der Arrou-Inseln waren Oscillatorien (Trichodesmium) sehr zahlreich, welche an einigen Plätzen tiefroth oder gelblichbraun färbten. Die Trichodesmiumbündel waren gewöhnlich zu grossen Haufen oder Linien zusammengehäuft. Diese Algen schienen nur an der Oberfläche zu sein, da mit Netzen, welche einige Faden unter der Oberfläche liefen, sehr wenig gefangen wurde. Zwischen Cap York und Arrou wurde nicht eine einzige pelagische Foraminifere in den Netzen gefangen und auch im Boden wurde keine gefunden. Das Wasser war grünlich gefärbt; aber als das Schiff sich den Arrou-Inseln näherte, wurde das Meer wieder blau und einige wenige der wirklich pelagischen und oceanischen Organismen wurden wieder in den Schleppnetzen bemerkt. Da das Wasser der Arafura-See ein niederes specifisches Gewicht hat, so ist es sehr wahrscheinlich, dass einer oder mehrere grosse Flüsse in dasselbe von Neu-Guinea hineinfliessen; die Fauna der Oberfläche und des Grundes ist desshalb mehr die einer grossen Bay, als die des Oceans.“

Seite 606—607: Während des Passirens der Celebes-See war gewöhnlich ruhiges Wetter und während des Lothens wurden Boote ausgesetzt, um den Naturforschern zu ermöglichen, Studien zu machen. Mehrere Arten von Oscillatorien

waren sehr zahlreich und wenn das Seewasser in einem Wasserglase geprüft wurde, so sah es aus, als ob das Glas mit Häcksel gefüllt wäre. An der Oberfläche der See war auch eine ungeheure Anzahl von kleinen gelatinösen Kugeln von nahezu Erbsengrösse, an welchen keine Structur zu bemerken war; wahrscheinlich war es die Sulzmasse einer Diatomee, in welche Coccosphären, Rhabdosphären, Radiolarien und die Fäden von Trichodesmium verwickelt waren. Die Schleppnetze, eingeholt, waren mit einer dicken Substanz wie mit einer Art Leim gefüllt, verursacht durch diese gelatinösen Kugeln. Wenn die Netze auf und nieder geholt wurden, so enthielten sie eine viel grössere Verschiedenheit von Organismen und weniger von der Sulzmasse und weniger Oscillatorien, so dass diese sehr wahrscheinlich an die unmittelbare Oberfläche gebunden waren. Globigerinen, Pulvulinen, Orbulinen und Pullenien waren sehr zahlreich in den tieferen Zügen."

Seite 618: „Die Oberflächennetze lieferten einige reiche Züge in der Sulu-See; die Amphipoden waren besonders zahlreich."

Seite 628 (Manila-Hongkong): „In den Oberflächennetzen waren am 13. enorme Mengen von Foraminiferen und Radiolarien; der reichste Fang wurde erhalten, als das Netz hundert Faden hinuntergelassen wurde."

Seite 638: „Das Wasser zu Hongkong war prächtig phosphorescirend, während des ganzen Aufenthaltes des Schiffes. Noctiluca miliaris, verschiedene Species von Ceratium und Diatomeen waren immer in grossen Zahlen vorhanden und daneben Copepoden, Cirripedienlarven, Annelidenlarven, Hydromedusen, Appendicularien und Diphyes."

Seite 678: „Der Boden war blauer Schlick, welcher bei Zusatz von schwacher Säure nicht aufbrauste und keine Kalkschalen enthielt (2550 Faden), obgleich pelagische Mollusken und Foraminiferen reichlich an der Oberfläche gefangen wurden."

Endlich die Reise von den deutschen Schutzgebieten nach Japan (S. 738): „Die Oberflächenfauna und Flora war durchaus besonders reich und abundirend. In der Gegend des Gegenäquatorialstromes zwischen dem Aequator und den Carolinen wurden pelagische Foraminiferen und Mollusken in grossen Mengen in den Oberflächennetzen gefangen, alle früheren Beobachtungen übertreffend. — Die pelagischen Foraminiferen scheinen in grossen Bänken zu treiben; an einem Tage können ungeheure Mengen von Pulvinulinen gefangen werden, während am nächsten Tage Pullenia sehr zahlreich ist und Pulvinulina nahezu ganz fehlt. Die schwerer beschalten Individuen wurden gewöhnlich 100—150 Faden unter der Oberfläche gefangen. Zwischen 10 und 20° Nordbreite waren Oscillatorien sehr zahlreich an der Oberfläche, und Diatomeen, besonders eine grosse cylindrische Etmodiscus, waren zahlreicher weit vom Lande ab, als in dem tropischen Atlantic. Die Liste der Oberflächenthiere im Note-book ist beinahe dieselbe, als die Seite 216 und 217 gegebene, aber die relative Mehrheit von Radiolarien und Diatomeen ist besonders bemerkenswerth."

Demgegenüber heisst es (S. 758) während der Reise von Japan nach Hawai'i (in ca. 35° Nordbreite): „Der deutliche Fall in der Temperatur des Oberflächenwassers am 21. Juni (Station 240) wurde schon erwähnt; zur selben Zeit wurde ein Wechsel in der Oberflächenfauna bemerkt. Das Schiff passirte an jenem Tage

rothe und weisse Flecke im Wasser. Die rothe Farbe wurde verursacht durch ungeheure Zahlen von Copepoden (Calanus propinquus Brady) und Hyperiden, und der Inhalt der Schleppnetze glich sehr dem, welcher im kalten Wasser südlich von den Kerguelen und Crozet-Inseln erbeutet wurde." — „Der grosse tropische Etmodiscus rex, Pyrocystis, Pulvinulina menardii, einige von den tropischen Formen der Globigerinen und von anderen pelagischen Foraminiferen, die dem wärmeren Wasser der Oceane eigenthümlich sind, fehlten. Andererseits waren hier ungeheure Zahlen von kleinen Diatomeen und von Lepas fascicularis und seinen Larven."

Seite 776 (Reise von Hawai'i nach Tahiti im tropischen Gebiet): „Die Schleppnetzfänge waren sehr ergebnissreich während der Fahrt, indem der Reichthum an Leben in den äquatorialen und gegenäquatorialen Strömungen und sowohl die Zahl der Species als der Individuen bemerkt wurde."

Als der „Challenger" auf Valparaiso hielt und die tropische Zone verlassen hatte, heisst es Seite 804: „Es wurden viele Oberflächenthiere in den Schleppnetzen an jedem Tag gefangen, aber die Zahl der Formen war viel geringer als in den tropischen Gewässern."

Seite 833: „Es wurde zwischen Juan Fernandez und Valparaiso bemerkt, dass das Wasser von einer grünlichen Farbe wurde, als man sich dem Continent näherte, in starkem Gegensatz zu der blauen Farbe, welche seit dem Verlassen von Japan vorgewaltet hatte. Da war ein entsprechender Wechsel in dem allgemeinen Character der Oberflächenthiere; Diatoms, Infusorien und Hydromedusen wurden sehr zahlreich, während die pelagischen Foraminiferen verschwanden."

Man sieht, wie spärlich die Notizen gerade über Sydney und (N. Z.) Wellington sind; auch das Material an Plankton scheint nur zum kleinen Theil verarbeitet worden zu sein, denn von Sydney sind im Challenger Report nur gegen 15 Copepoden beschrieben, und von Neu-Seeland — nicht ein einziger. Während eines viermonatlichen Aufenthaltes im Haurakigolf der Nordinsel vermochte ich 9 Copepoden und 4 Cladoceren als neu für Neu-Seeland zu beschreiben (s. 59). Da die weitere Bearbeitung des Materials noch nicht abgeschlossen ist, so hoffe ich noch mehrere neue Vertreter hinzufügen zu können.

Wie aus den Angaben des „Challenger" hervorgeht, trifft man die Ausdrücke, äusserst reich, sehr reich (abundant, exceedingly rich u. s. w.), allenthalben sehr häufig.

Nun denke man sich aber, dass ein Schleppnetz von $^1/_{10}$ qm Oberfläche 1000 m weit durch das Wasser — horizontal — gezogen wird als Schleppnetz. Ich nehme nach meinen Küstenmessungen an, dass auf 1 cbm Hochseewasser 0,2 cc Micro-Plankton kommt (centrifugirt), was gleich dem Gewicht von 0,2 g — mindestens — ist. Dies gäbe 20 cc auf 1000 m (= 100 cbm), als Rohvolumen das Doppelte, also ungefähr 40 cc, gewiss eine recht erkleckliche Masse microscopischer Wesen. Ungerechnet sind dabei die makroscopischen Thiere.

Nun haben wir sogar einen Anhalt dafür, dass diese Schätzung das Richtige ziemlich nahe treffen dürfte.

Behufs Bestimmung des Kalkgehaltes des Planktons, um der Bildung submariner Sedimentbänke näher zu treten, wurden im tropischen Pacific einmal 4 volumetrische Bestimmungen vom „Challenger" horizontal ausgeführt. Man schleppte

ein Netz von $12^1/_2$ Zoll Oeffnungsweite (d = 31 cm = ca. $^1/_{10}$ qm) eine halbe Meile lang (ca. 1000 m) durch das Wasser. Die gefangenen Algen, „Foraminiferen, Pteropoden, Heteropoden, Gastropoden" u. s. w. wurden dann in Kalilauge gekocht, der Rest gewaschen und gewogen. Das Resultat von 4 Fängen war als Durchschnitt 2,5 g und es wurde berechnet, dass eine Quadrat-Seemeile demnach 16 Tonnen kohlensauren Kalkes besässe (à 1000 kg). Da mit dem konischen Netz sicher nur die Hälfte des vorhandenen Materials gefangen wurde, sind diese Zahlen doppelt zu nehmen; also 5 g und 32 Tonnen.

Aus der Grundzahl erhellt ohne weiteres, wie verhältnissmässig niedrig diese scheinbar ungeheure Zahl ist.

Mit Einrechnung der makroscopischen Thiere wären also in diesen und in 20 cc centrifugirten Planktons (= 20 g) 5 g Kalk, was leicht möglich ist.

Da jedoch keine näheren Angaben über die richtige Zusammensetzung der zur Analyse gekommenen Fänge gemacht sind, so ist jede weitere Combination nutzlos. Aber man sieht doch daraus, dass die vom „Challenger" erbeutete Menge mit diesen Resultaten ungefähr übereinstimmt, dass aber keineswegs der Reichthum ein so sehr grosser gewesen sein kann, wenigstens in diesen 4 Fällen.

Für die Armuth des tropischen Pacific sprechen noch unter anderen die Berichte folgender Forscher:

Semper sagt in seinem Buch „die Palauinseln" (S. 19 u. 20):

Als wir am 1. und 2. März in jenen südöstlichen Strom hineingeriethen und einige Thermometermessungen mir die hohe Meereswärme von 22° R. am ersten Tage, später sogar 23° R. ergaben, nahm ich voller Erwartung mein Netz zur Hand. Denn ich dachte mich wieder in eine ähnliche warme Strömung versetzt, wie sie am Cap der guten Hoffnung als letztes Ende des Mozambiquestromes bis auf 42° und 44° südl. Breite heruntergeht und welche mir auf meiner Reise nach Singapore eine Ueberfülle der schönsten pelagischen Thiere ins Netz lieferte. Drei Tage lang fuhren wir damals in einem so dichten Schwarme der colossalen Feuerzapfen (Pyrosoma giganteum), dass selbst beim Wasserschöpfen mit Eimern häufig die fast 1 Fuss langen Thiere gefangen wurden, und des Nachts leuchteten alle diese Myriaden von Wesen, die den Ocean bis zum Horizonte zu bedecken schienen in so zauberhaftem Lichte, dass ich mit einziger Ausnahme einer wunderbaren Octobersturmnacht nördlich von Helgoland nie etwas ähnliches gesehen zu haben glaubte. Leider wurde meine Erwartung gänzlich getäuscht. Trotz der tiefblauen reinen Farbe des Meeres fing ich auf der Oberfläche nichts als eine geringe Zahl gallertiger Haufen von einzelligen Algen, wie sie mir so oft schon in den Tropen das Fischen mit dem feinen Netz verleidet hatten; und auch bei Windstillen bis zu 60—80 Fuss Tiefe niedergelassene und durch die starken, auch hier wirkenden Strömungen in senkrechter Stellung erhaltene Netz brachte mir keine Ausbeute."

Studer sagt über das Oberflächenleben im südlichen Stillen Ocean S. 279 des Gazellereiseberichtes:

„Nach dem vorwiegenden Auftreten gewisser Thierformen, welche den faunistischen Character ausmachen, kann man eine äquatoriale Fauna zwischen den Wendekreisen mit constant hoher Wassertemperatur unterscheiden. Diese ist, wie im indischen Ocean, charakterisirt durch gewisse Diphyesformen, Hyalaeen und

Cleodoren, das massenhafte Auftreten von Euphansia, gewisse Hyperidenformen, Oxycephalus, Phronima, die kleinen Fischarten Leptocephalus und Scopelus und eine gewisse Armuth von Copepoden.

Die südliche Zone, sich jenseits des 30. Breitegrades mehr charakterisirend, zeichnet sich aus durch das zum Theil massenhafte Auftreten von Salpen, das Auftreten der Sagitten, zahlreiche Copepoden und eigene Gattungen von Hyperiden. Eigenthümlich erscheint auch das Zusammentreten gewisser Arten in Gruppen, so dass man an einer Stelle vorwiegend Sagitten, an einer andern Salpen, bestimmte Hyperiden oder Copepoden findet, während unter den Wendekreisen die Formen gleichmässig gemischt vorkommen."

Bezeichnend ist auch der Befund Giesbrecht's bei der Verarbeitung der Copepoden des Albatross (1891 Westküste von Central-Amerika):

„Die Expedition des „Albatross" zeigt indessen, dass unsere Kenntniss jener Fauna noch sehr lückenhaft war; denn obwohl seine Fänge quantitativ dürftig und arm an Individuen waren, so lieferten sie doch unter 48 Species nicht weniger als 10 neue."

Besonders bezeichnend sind jedoch die Angaben Graeffe's, welcher während häufiger Segelfahrten in der Umgebung Samoas diese Gewässer gründlich kennen lernte (12 u. S. 1163):

„Auffallend ist in diesen Regionen das gänzliche Fehlen pelagischer Seethiere, während man glauben sollte, dass diese grossen, ruhigen Lagunenseen und auch das umgebende Meer wegen der vielen Riffe der wahre Tummelplatz dieser Thiere sein müssten. Quallen habe ich während meiner ganzen Seereise überhaupt keine gesehen, ebenso keine Syphonophoren, und die einzigen Seethiere mit pelagischer Lebensweise, die in das bei jeder günstigen Gelegenheit ausgeworfene Schleppnetz gelangten, waren Pyrosomen, einige Pteropoden und Heteropoden in kleinen unansehnlichen Arten und kleine Rippenquallen. Nicht einmal die blaue Velella, die ich an andern Stellen der Südsee gefunden, schmückt und belebt einigermaassen die unermessliche Wasserwüste. Uebrigens soll das Meer an der Linie bei den Kingsmillinseln reich an solchen Thieren sein und dann war auch möglicherweise jetzt nicht die günstige Jahreszeit für dieselben."

Ich selbst habe Velellen im Ganzen dreimal gesehen, einmal an der Südküste Upolus und zweimal im Apiahafen (Juli-September). Die Schwärme waren indessen nicht gross; es waren wohl nicht viel mehr als einige 100 Exemplare.

Quallen scheinen nur im stillen Hafenwasser von Pango-Pango gut zu gedeihen, wo ich eine Aurelia-Art bei jedem Besuche wahrnahm. Auch im Hafen von Suva in Viti war eine solche Art vorhanden.

Vor der Bucht von Pango-Pango fing ich einmal in ungefähr 20 m Tiefe zahlreiche kleine Salpen von Erbsengrösse.

Meine Resultate aus dem pacifischen Ocean sind, obwohl es eigentlich nur Küstenfänge sind, mit den atlantischen Fängen der Planktonexpedition, soweit abschätzbar, übereinstimmend. Hensen sagt (52 b. S. 245):

„Obgleich wir überall Plankton vorgefunden haben, war doch die Menge derselben unter und nahe den Tropen relativ gering, nämlich im Mittel achtmal geringer, als im Norden bis zu den Neufundlandbänken hinunter. Jeder einzelne dieser

Fänge wird weit über hundert verschiedene Formen enthalten, aber die Armuth an Masse ist doch eine auffallend hervortretende, gesicherte Thatsache."

Leider sind die durch Niedersetzenlassen der Planktonmasse gewonnenen Zahlen zum Vergleich für mich wenig brauchbar. Nur mit Vorbehalt gebe ich desshalb die auf 1 cbm reducirten Messzahlen der 200 m-Fänge der Planktonexpedition, indem ich annehme, dass sich das Rohvolumen in diesem Falle um $^2/_5$ durch Centrifugiren verringert (selbe Arbeit Hensen's S. 249):

	Rohvolumen auf 1 □m Oberfläche (200 m)	reducirt auf 1 cbm (centrifugirt)
im Norden bis Neufundlandbank	160 cc	0,48 cc
Neu-Fundland bis Bermudas	40 „	0,13 „
Sargassomeer	35 „	0,12 „
Durch Nordäquatorial-Guinea und Süd-Aequatorialstrom bis Ascension	130 „	0,39 „
Im Südäquatorialstrom, Ascension bis Parà	60 „	0,18 „
Nordäquatorial-Guinea; Südäquatorialstrom; Parà bis Sargassomeer	93 „	0,28 „
Nord von den Azoren bis zum Canal	83 „	0,25 „

Obwohl diese Zahlen nur relativ sind, stimmen sie doch mit den Resultaten meiner allerdings wenigen (11) Seefänge von Australien überein, welche zwischen 0,2 und 0,49 schwanken, durchschnittlich 0,26 cc ausmachen.

Es scheint demnach, dass der offene Ocean der Tropen allenthalben um ein deutliches ärmer ist, als der der gemässigten Zonen, und dass im offenen Ocean überhaupt allenthalben eine gewisse Armuth vorherrscht.

Wichtiger sind in dieser Beziehung die Zählungen, die indessen von der Planktonexpedition noch nicht vorliegen.

Der einzige Seefang, welchen ich nahe dem Wendekreis im offenen Pacifischen Ocean durch die Güte des Capitäns zur See Flichtenhöfer machen konnte (ein zweiter misslang), verhält sich folgendermaassen:

Ort: 26° südl. Br. bei den Tongainseln (offener Ocean),
Zeit: Abends 5 Uhr,
Datum: Anfang December 1893,
Tiefe: 100 m,
Netz: $^1/_{75}$ □m, Zeug Nr. 19,
macroscopische Thiere: 1 kleine erbsengrosse Meduse,
Menge (2 mal centrifugirt) = 0,2 cc,
auf 1 cbm Seewasser berechnet = 0,15 cc (ohne Fehlervergütung),
Zahl der Organismen in 1 cbm Meerwasser 2550 (2 Zählungen),

Ungefähre Zusammensetzung:

Copepoden	54 % (davon $^1/_3$ Nauplius),	Tintinnen	5 %
Appendicularien	7 „ (ca. 2 mm lang)	Peridinium	3 „
Rhizosolenien	11 „ (ca.)	Ceratium	2 „
Coscinodiscus .	3 „	Globigerinen	1 „
Radiolarien	6 „	Cysten etc.	5 „

Dieser einzelne Fang schliesst sich den oben gegebenen Zahlen ziemlich an; obwohl er der dem 30. Breitengrade nahegelegenen Fangstelle halber nicht für einen reinen Tropenfang gelten kann, ist er doch recht niedrig.

Als ein einzelner Fang entbehrt er natürlich jeder Beweiskraft, spricht aber zu unsern Gunsten. Sicheren Aufschluss können hier auch nur systematische Messungen bringen, die wohl in nicht allzuferner Zeit von irgend einer Seite ausgeführt werden dürften.

Was sind die Gründe für die grössere Armuth der tropischen Gewässer an Microplankton?

Die Armuth an Diatomeen ist gewiss ein guter Fingerzeig, da insbesondere die Copepoden auf diese angewiesen sind, wie ich des öfteren zu beobachten Gelegenheit hatte.

Warum aber die Armuth an Diatomeen?

Hensen's Gründe scheinen mir dies nicht zu erklären (52 b). Eine zweifellose Thatsache besteht, dass an der Küste mehr Microplankton vorhanden ist, als im offenen Ocean, vor allem in den gemässigten Zonen. Die relative Küstenarmuth der grossen Oceane ist sicher ein Factor. Ob hier die producirende Küste der gemässigten und kalten Zone einen Gegensatz bildet zur consumirenden Korallenküste der Tropen, ist vorerst nicht abzusehen. Die Frage muss eine offene bleiben.

7. Gross- und Kleinplankton. Haeckel und Hensen.

Es ist eine leider zu bekannte Thatsache, dass Haeckel als ein scharfer Gegner der Planktonexpedition aufgetreten ist und dadurch dieser Expedition und deren Arbeiten sehr geschadet hat. Wenn es auch sehr wahrscheinlich ist, dass sich die Ansichten dereinst klären werden, so ist es doch zur Zeit schlimm genug, dass die planktonischen Untersuchungen durch solche Angriffe erschwert und hintangehalten werden.

Es scheint mir indessen erklärlich, wie ein solcher Streit entstehen konnte; es scheint mir auch möglich einen gewissen Vergleich herbeizuführen, soweit sich die Meinungen nur nicht an Worte binden und das grosse Ganze ins Auge fassen.

Aus practischen und theoretischen Gründen ist es aber nothwendig, das Wort „Plankton“ zu zerlegen und nicht kurzweg von „Plankton“ zu sprechen, sondern von Gross- und Kleinplankton, von macroscopischem, mit dem Auge leicht sichtbaren Macroplankton und microscopischem, Microplankton.

Hier kann man ohne Bedenken den Satz aufstellen: Das Macroplankton scheint sehr ungleichmässig vertheilt zu sein, während das Microplankton überall in einer bestimmten Menge vorhanden ist, welche nur innerhalb gewisser verhältnissmässig geringer Grenzen schwankt.

Auf den ersten Blick scheint es unmöglich, eine solche Trennung vorzunehmen, da die Grenze sich theoretisch sehr schwer ziehen lässt; in der Praxis vollführt sich jedoch dies sehr leicht, wie sich schon aus dem Capitel über die Copepoden ergiebt, indem diese Kruster einen stetigen Componenten bilden. In der That ergaben sich nur äusserst selten Schwierigkeiten in dieser Beziehung;

am besten erhellt dies aus den Maassen in den Tabellen, wobei ich ausdrücklich bemerke, dass ich keinen einzigen Fang aus Nützlichkeitsgründen unterdrückt habe.

Für das Süsswasser ist eine solche Unterscheidung kaum nothwendig, da es hier eigentlich nur Microplankton giebt. Das was an grösseren Thieren daselbst beobachtet worden ist, ist so selten und verschwindend, dass man es füglich ausser Acht lassen kann.

Für das Salzwasser löst sich die Frage ebenso leicht, wenn man die grossen Flächen und Räume der Oceane in Betracht und Vergleich bringt nicht allein zur relativen Kleinheit der Süsswasserbecken, sondern vor allem zur Winzigkeit der Netzöffnungen.

Unser Sinn für den Raum ist schlecht ausgebildet; das ganze stereometrische Denken des Durchschnittsmenschen endet bei einem halben Liter.

Wie oft habe ich gehört, wenn ich jemanden einen Fang mit einem Netz von $^1/_{75}$ qm Oeffnung auf 10 m Tiefe vormachte, dass er beim Anblick der scheinbar grossen Menge im Glase ausrief: „Wieviel muss man davon schlucken, wenn man ersäuft!"

Kommt bei einem guten samoanischen Fang von 5000 Individuen in 1 cbm doch nur ein einziges auf ein Glas Wasser! Freilich kann es bei den Diatomeenfängen der Ostsee wohl vorkommen, dass viele Hunderte oder Tausende von Zellen darinnen sind!

Immerhin wundert man sich, wenn man eine Pütze Wasser von aussenbords holt und sehr wenig oder nichts darinnen sieht und ist geneigt, daraus den Schluss zu ziehen, dass hier das Plankton sehr arm ist. Fährt man aber eine Strecke weit und sieht alle 10 m ungefähr eine Qualle (eine relativ recht grosse Anhäufung), so wird in das Tagebuch geschrieben: „Viel Plankton". Aehnlich verhält es sich, wenn man bei auch nur leicht bewegter See mit dem Schleppnetz fischt und wenn man bald darauf bei glatter Oberfläche einen Schwarm antrifft, vielleicht besser gesagt eine Anhäufung*).

Werden solche Notizen zu chorologischen Zwecken ausgebeutet, so möchte ich sie mit der Untersuchung eines Arztes vergleichen, der eine Krankheit nur aus dem Anblick des Patienten diagnosticirt, aus den Anzeichen der Haut, die inneren Organe aber nicht untersucht.

---

*) Als S. M. Yacht „Hohenzollern" in Begleitung S. M. S. „Gefion" am 1. Juli 1896 von Wilhelmshaven nach Norwegen fuhr, war die ganze Nordsee von Quallen (Cyanea und Aurelia) sozusagen voll. Da ziemlich viel See war, erschien eine Abschätzung unnütz. Am 3. war bei Lindesnaes die See ruhig. Es wurden während einer halben Stunde an Steuerbord in ca. 10 m Breite alle sichtbaren Medusen gezählt. Es waren 475. Das macht auf 30 m eine Qualle oder auf ca. 300 qm eine einzige.

Ende Juli wurden bei Stavanger in See während einer Viertelstunde 115 gezählt bei 18 Meilen Fahrt. Dies macht auf 72 m oder auf 720 qm eine Qualle.

Tags darauf zeigten sich im Cattegatt sehr grosse Mengen. In 10 Minuten wurden gezählt 550 Quallen (meist Aurelia), was alle 8 m oder auf ca. 80 qm eine ergiebt. Nicht mitgerechnet ist hierbei eine Anhäufung, welche ungefähr 10 m im Geviert hatte und schätzungsweise 100—200 Stück aufgewiesen haben mag. Solche Anhäufungen wurden im Laufe des Tages mehreremals gesichtet, und müssen dem Wind und Strom zugewiesen werden.

Was man vom fahrenden Schiffe aus an Plankton sieht, ist im Allgemeinen nur Macroplankton. Bei glattem Wasser kann man wohl auch fliegende Pontelliden und schwimmende Sagitten sehen; ich habe sie oft den geübten Blicken der Seeleute gezeigt, sie sind aber meist erst nach langem Beobachten und dann noch unsicher erkannt worden.

Anders verhält es sich freilich, wenn einzelne Componenten des Microplanktons bei glatter See schwarmbildend auftreten, wie die Copepoden, Peridineen, Phycochromaceen, Protococceen u. s. w. Es handelt sich hier offenbar um das Schwärmen solcher Organismen unter jeweilig günstigen Bedingungen und der Ausdruck „Schwarm" ist desshalb sehr bezeichnend für diese localen Anhäufungen. Aus diesem Grunde befinden sie sich in dieser Zeit, wenn es das Wetter gestattet, an der Oberfläche, treiben jedoch bald ab und vertheilen sich wieder. Wenn man desshalb inmitten eines solchen Schwarmes einen verticalen Fang macht, so wird man sich wundern, dass man nicht wesentlich mehr erhält als an einer schwarmfreien benachbarten Stelle, vorausgesetzt, dass man nicht einen Phycochromaceenkuchen mitnimmt. Dies wäre genau so, als ob man eine Qualle mitfinge und diese bei der Menge des Microplanktons in Anrechnung brächte.

Es zeigt sich eben hierbei, dass die horizontale Verbreitung sehr wechseln kann, die verticale jedoch nur in engen Grenzen, und in gewissem Grade ist der Streit zwischen Haeckel und Hensen doch nur der um die Fangart, ob die horizontale oder die verticale die richtigere ist.

Die Verticalfänge sind aber die Sonden, mittelst derer man über den Gehalt der Wassermassen an Microplankton immer Aufschluss erhält, unbekümmert um horizontale Verschiebungen. Desshalb sind sie für Messungen allein brauchbar.

Darin und in der ungleichmässigen Vertheilung des Macroplanktons gipfelt der Widerstreit.

Haeckel sagt (53a S. 57): „Die Zusammensetzung des Plankton aus verschiedenen Organismen ist sowohl in qualitativer als in quantitativer Beziehung sehr ungleichmässig und ebenso ist die Vertheilung desselben im Ocean nach Ort und Zeit sehr ungleich."

In gewissem Sinne hat Haeckel vollständig Recht, vor allem für das Macroplankton. Aber auch für das Microplankton haben wir gesehen, dass mit den Jahreszeiten die Mengen wechseln, dass in den Tropen viel weniger ist, als in den kälteren Meeren, dass die Composition schwankt, ja sogar, dass man an einer Stelle, wenn man mehrere Züge hintereinander macht, durchaus nicht immer genau dieselbe Menge fängt; — aber alles dies doch in gewissen Grenzen.

Wir wissen von jedem Landstriche oder besser vielleicht Walde, dass er eine bestimmte entomologische Fauna repräsentirt. Auch hier könnte man sagen, dass die Insecten ziemlich gleichmässig vertheilt sind, denn überall, wo Vegetation ist, wird man bei genauem Durchsuchen auch eine gewisse Menge finden. Die Locustenschwärme, die Nonnenraupen, Maikäfer u. s. w. bringen auch hier zeitweise Modificationen hervor, die aber doch das ganze faunistische Bild nicht umändern. Der Grundstock an Insecten bleibt auch hier nach wie vor.

Freilich ist das Wasser ein ganz anderes Medium als Luft, Pflanze und Erde. Desshalb kann der Vergleich nur ein einseitiger sein.

Das feststehende an der Hensen'schen Methode ist eben das, dass man überall, an jedem Orte, bei Tag und Nacht und zu jeder Jahreszeit eine gewisse Menge von Microplankton erhält, welche während einer bestimmten Zeit als nahezu gleichmässig an dem Orte vertheilt zu erachten ist.

Die Methode ist eben nur für das Microplankton brauchbar; für das Macroplankton ist sie unzureichend. Desshalb halte ich es für nicht richtig, wenn Hensen solches bei seinen Fängen in Anrechnung bringt; grössere Thiere sind für kleine Netze nur als accidentell verrechenbar.

Dies erhellt aus folgenden Betrachtungen:

Angenommen, dass nur 1000 Copepoden in 1 cbm Wasser sind (eine für Samoa sogar sehr geringe Menge), so würde somit nur 1 Copepode auf 1 Liter (cbdm) Wasser kommen. Ein Netz mit $^1/_{100}$ □m Oeffnungsfläche würde somit gerade 100 Copepoden bei einem 10 m-Zug bringen. Man hat also hier selbst mit dem kleinsten Netze immer die Sicherheit, etwas zu fangen (s. Tabellen).

Anders bei einer Qualle. Nehmen wir den Cubikinhalt eines grösseren Copepoden zu 1 cbmm, den einer grösseren Qualle zu 1 cbdm (1 Liter) an, so würde, ähnliche Vertheilung vorausgesetzt, auf 1000 cbm eine solche Qualle kommen (1 cbdm mal 1 Million; ebenso wie 1 cbmm mal 1 Million gleich 1 Liter).

Man müsste also mit einem Netz von 10 □m Oeffnungsfläche auf 100 m fangen, um eine einzige zu erbeuten oder mit einem solchen von 100 □m auf 10 m. Dies nur als Beispiel.

Es tritt eben hier ein gewisses Gesetz des Raumbedürfnisses in Kraft, d. h. jedes Lebewesen muss einen gewissen Raum zur Verfügung haben, um sich entwickeln, ernähren und fortpflanzen zu können.

Treten zu grosse Anhäufungen auf, so ist der Untergang eines Theils die unausbleibliche Folge, bis das Gleichgewicht wieder einigermaassen hergestellt ist.

Ob diese übrigens mechanischen und physikalischen Gründen oder einem gewissen Schwärmestadium in der Fortpflanzung ihr Dasein verdanken, ist noch eine offene Frage (s. auch Heliotropismus).

Abgesehen von solchen Massenanhäufungen, wie ich sie des öfteren z. B. im rothen Meere und in der Ostsee gesehen habe, wo sich thatsächlich Individium an Individinm drängt (auch Semper berichtet von einer ähnlichen Pyrosomenanhänfung im Mozambique-Strom), sieht man indessen selten, wenn überhaupt, an der Oberfläche mehr Medusen als auf 10 m im Geviert (100 □m), ja meist nnr auf 100 m im Geviert (10000 □m) eine grössere. Dies erscheint bei rasch fahrendem Schiffe schon viel (siehe auch die Zählungen der Planktonexpedition in der Reisebeschreibung).

Da sich indessen diese Art Thiere bei Tag in Tiefen von ca. 50 m aufzuhalten pflegen (ich erwähnte schon die diesbezüglichen Angaben Walther's und Kückenthal's von Spitzbergen), so sind Angaben über Wahrnehmung solcher Schwärme an der Oberfläche doch recht wenig brauchbar, da man eben nie weiss, was unter der Oberfläche ist. Da ist wieder der Raum, der zu schaffen macht. Wohl fällt hier gesehenes in die Waagschale, aber nicht vermisstes. Das Leben der Oceane spielt sich nicht an der Oberfläche ab, sondern unter derselben. Was wissen wir aber über die Vertheilung in der Tiefe? Die Hensenschen Analysen

sind nur ein Anfang mit dem Microplankton. Ueber das Grossplankton wissen wir noch so gut wie nichts.

Eine Eigenschaft vieler Grossplanktonthiere verleiht aber doch einen gewissen Aufschluss über ihre Verbreitung, das Phosphoresciren nämlich. Ich habe mich während der Fahrt meist abendlich davon überzeugt, wieviel Leuchten im Schraubenwasser oder am Bug vorhanden war und habe mich darüber gewundert, wieviel kopfgrosse feurige Kugeln neben den unzähligen kleinen und kleinsten, namentlich in den neuseeländischen Gewässern allabendlich erschienen, obwohl am Tage nichts zu sehen war. (Um Samoa war diese Erscheinung stets weit geringer.)

Leider habe ich es unterlassen, gerade darüber bestimmte Angaben zu notiren und kann jetzt dies nur für spätere Forschungen empfehlen. Immerhin war ein grösseres Aufblitzen auf 100 □m für gewöhnlich das Höchste.

Ein Glaube aber hat sich dabei in mir befestigt, dass nämlich das Macroplankton auch im Allgemeinen viel ausgebreiteter ist, als es auf den ersten Blick scheinen mag, nur muss man sich die Räume für dasselbe weit grösser vorstellen. Wie im April in der Ostsee die knopfgrossen Aurelien die tieferen Schichten anfüllen, mit dem Fortschritt des Sommers zu tellergrossen Gebilden anwachsend zur Oberfläche ziehen, um mit dem Winter wieder zu verschwinden, so kann man auch für andere Thiere an andern Plätzen Zeiten des grösseren Auftretens feststellen.

Haeckel, welcher während seiner zahlreichen Besuche fremder Gestade der Entwicklungsgeschichte vor allem der Medusen und Siphonophoren seine Aufmerksamkeit schenkte, bemerkte natürlich diesen Wechsel in der Composition; es ist ja auch wahrscheinlich, dass hier ganz andere Factoren in Frage kommen, welche Haeckel andeutet. Es fehlt eben dem Macroplankton ein solch perennirender Component, wie die Copepoden es für das Microplankton sind. Wenn nun auch Haeckel auf Grund dieser Thatsachen und seiner langjährigen Erfahrung auf dieser seiner Ansicht, wie nicht anders zu erwarten, bestehen bleibt, so wird er doch zugeben müssen, dass bewohnte mit wirklich unbewohnten Stellen in den Oceanen sehr wahrscheinlich nirgend abwechseln, und dass der tropische Ocean ärmer an Microplankton ist, durchschnittlich wenigstens, als der der gemässigten und kalten Zonen. Machte ja selbst Murray, wenn ich mich nicht täusche, in allerletzter Zeit gewisse Zugeständnisse in einem Vortrage in der Royal Society zu London, in dem er ungefähr folgendes ausführte:

Das Plankton der Tropen ist ärmer an Masse, aber reicher an Arten, während in den kalten Meeren es sich umgekehrt verhält.

Die quantitativen Planktonfänge (nicht allein der Fang selbst, sondern auch die Verarbeitung) haben ja ihres systematischen, mathematischen Gepräges halber etwas ermüdendes; sie erfordern viel Zeit und Ausdauer. Umsomehr sollte man anerkennen, dass Hensen es auf sich genommen hat, eine solche Expedition durchzuführen. Allenthalben rühren sich allmälig die Hände. Wird man aber erst einmal das Microplankton genauer kennen gelernt haben, dann wird man mit grösserem Erfolge auch dem Gross-Plankton zu Leibe rücken können — wenn die dazu erforderlichen Mittel werden beschafft werden können. Diese specielle Forschung gehört der Zukunft; sie bildet eine der mühevollsten, aber auch der dankbarsten Aufgaben der marinen Biologie.

X. Tabellen und Literaturverzeichniss.

1. Tabellen.

(Die Messzahlen sind die reinen Ergebnisse der Netzzüge ohne jegliche Fehlerberechnung.)

Tabelle A. Centrifugirte Küstenplanktonfänge aus Samoa.

No. der Fangserien.	Ort. Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum. Zeit des Fanges bei Ebbe oder Fluth und nächstes Hoch- oder Niedrigwasser.	Zahl und Tiefe der Fänge (1 . 10 m), richtige Planktonmenge des Fanges 2 mal centrifugirt in cc (Cubikcentimeter).	Planktonmenge auf 1 cbm Meerwasser umgerechnet. Die Zahl in Klammern bedeutet die Tiefe des Netzzuges.	Durchschnitt der Fangserie (auf 1 cbm).	Zahl der Individuen im Fangseriendurchschnitt.	Bemerkungen. Netze Durchm. Müllergaze II. 13,3 cm 19. III. 14 „ 12. E III. 13,2 „ 12. (Filtrationscoefficient für Netz II + $^{2}/_{10}$ ca., für III und E III + $^{3}/_{10}$ ca.)
1.	**Apia.** Nordküste von Upolu, mitten im Hafen. Tiefe ca. 13 m. Schiffsbug.	9. Novmbr. 1893.	2 . 10 m = 0,15 cc	1 cbm (10 m) = 0,49 cc	0,49 cc	—	III.
2.	**Apia.** Schiffsbug.	11. Novmbr. 1893.	2 . 10 m = 0,3 cc	1 cbm (10 m) 0,9 cc	0,9 cc	—	III.
35.	**Saluafata.** Nordküste von Upolu, 10 Sm. östlich von Apia, mitten im Hafen. Tiefe 15 m. Schiffsbug.	25. Mai 1894 9 h a. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser ca. 10 h a. m.	a. 1 . 10 m = 0,1 cc b. „ „ = 0,1 „ c. „ „ = 0,05 „ d. „ „ 0,05 „ e. „ „ 0,1 „	1 cbm (10 m) = 0,65 cc „ „ = 0,65 „ „ „ = 0,32 „ „ „ = 0,32 „ „ „ = 0,65 „	0,52 cc	—	III. Sagitten erschweren das Ablesen, in c und d fehlen sie nahezu. Viel Copepoden (Oithona).
36.	**Apia.** Am Ostriff bei Matautu an verschiedenen Stellen. Tiefe 10—14 m. Im Boot.	5. Juni 1894 10 h a. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser ca. 1 h p. m. (2 Tage nach Neumond).	a. 1 . 10 m = 0,22 cc b. „ „ = 0,12 „ c. „ „ = 0,12 „ d. „ „ = 0,2 „ e. „ „ = 0,13 „ f. „ „ = 0,13 „	1 cbm (10 m) = 1,4 cc „ „ = 0,8 „ „ „ = 0,8 „ „ „ = 1,3 „ „ „ = 0,85 „ „ „ = 0,85 „	1,0 cc	15,000 wovon 95 % Copepoden.	III. Im Fang zahlreiche grössere Sagitten, von Copepoden Oithona, Calanus vulgaris, Corycaeus, Acartia, Paracalanus etc., daneben einige Diatomeen, Globigerinen, Larven etc., 1 Meduse (2 mm)
37.	**Apia.** Hafenmitte. Schiffsbug.	5. Juli 1894 10 h a. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 3 h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,1 cc b. „ „ = 0,1 „ c. „ „ = 0,07 „ d. „ „ = 0,12 „ e. „ „ = 0,1 „ f. „ „ = 0,05 „	1 cbm (10 m) = 0,85 cc „ „ = 0,65 „ „ „ = 0,45 „ „ „ = 0,7 „ „ „ = 0,65 „ „ „ = 0,4 „	0,58 cc	(8000 ?) 90 % Copepoden (Oithona)	III. Vereinzelt Diatomeen, Globigerinen, Ceratium, Appendicularien, Acarinen, Sagitten.
38.	**Saluafata.** Mitten im Hafen. Tiefe ca. 15 m. Schiffsbug.	6. Juli 1894 1 h p. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser ca. 4 h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,1 cc b. „ „ = 0,1 „ c. „ „ = 0,1 „ d. „ „ = 0,11 „ e. „ „ = 0,13 „	1 cbm (10 m) = 0,65 cc „ „ = 0,65 „ „ „ = 0,65 „ „ „ = 0,7 „ „ „ = 0,75 „	0,68 cc	17,000 83 % Copepoden.	III. Unter den Copepoden ca. $^{2}/_{3}$ Oithona, ferner ca. 6 % Ostracoden u. eben so viel Larven und Cysten, seltener Diatomeen.

No. der Fangserien.	Ort. Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum. Zeit des Fanges bei Ebbe oder Fluth und nächstes Hoch- oder Niedrigwasser.	Zahl und Tiefe der Fänge (1 . 10 m), richtige Planktonmenge des Fanges 2mal centrifugirt in cc (Cubikcentimeter.)	Planktonmenge auf 1 cbm Meerwasser umgerechnet. Die Zahl in Klammern bedeutet die Tiefe des Netzzuges.	Durchschnitt der Fangserie (auf 1 cbm).	Zahl der Individuen im Fangseriendurchschnitt.	Bemerkungen. Netze Durchm. Müllergaze II. 13,3 cm 19. III. 14 „ 12. E III. 13,2 „ 12. (Filtrationscoefficient für Netz II + $^2/_{10}$ ca, für III und E III + $^1/_{10}$ ca.)
39.	**Apia.** In der Ausfahrt zwischen den Riffen. Vom Schiffsbug. Tiefe ca. 20 m.	8. Juli 1894 2 h p. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser $5^1/_2$ h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,06 cc b. „ „ = 0,06 „ c. „ „ = 0,06 „ d. „ „ = 0,06 „ e. „ „ = 0,06 „	1 cbm (10 m) = 0,4 cc „ „ = 0,4 „ „ „ = 0,4 „ „ „ = 0,4 „ „ „ = 0,4 „	0,4 cc	2100 70 % Cop.	III. Von Copepod. hauptsächlich Oithona, vereinzelt Corycaeus, Harpacticiden, viele Calaniden; daneben ca. 15 % Ostracoden, vereinzelt Diatomeen, Globigerinen, Larven etc.
40.	**Vaiiele.** 5 Sm. östlich von Apia, in der Einfahrt zwischen den Riffen. Tiefe ca. 16 m.	11. Juli 1894 9 h a. m. 1 Stunde nach Niedrigwasser.	a. 1 . 10 m = 0,1 cc b. „ „ = 0,06 „ c. „ „ = 0,1 „ d. „ „ = 0,05 „ e. „ „ = 0,12 „	1 cbm (10 m) = 0,05 cc „ „ = 0,4 „ „ „ = 0,65 „ „ „ = 0,35 „ „ „ = 0,8 „	0,57 cc	5—6000 90 % Cop.	III. Von Copepoden: 75 % Calaniden, 17 % Oithona, 2 % Harpacticiden, ausserdem: 4 % Sagitten, 2 % Eier, 1 % Globigerinen und Radiolorien.
41.	**Vailele.** Ebenso.	19. Juli 1894 10 h a. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser ca. 2 h p. m.	a. 2 . 10 m = 0,05 cc b. „ „ = 0,05 „ c. „ „ = 0,05 „ d. „ „ = 0,03 „ e. „ „ = 0,03 „	1 cbm (10 m) = 0,17 cc „ „ = 0,17 „ „ „ = 0,17 „ „ „ = 0,1 „ „ „ = 0,1 „	0,14 cc	—	III. Wind O.N.O. – O.z.N. Meist Copepoden, daneben ziemlich viel Eier.
42.	**Vaileie.** Ebenso.	21. Juli 1894 Fang a—e 11 h a. m. bei Ebbe.	a. 1 . 10 m = 0,05 cc b. „ „ = 0,05 „ c. „ „ = 0,05 „ d. „ „ = 0,05 „ e. „ „ = 0,05 „	1 cbm (10 m) = 0,35 cc „ „ = 0,35 „ „ „ = 0,35 „ „ „ = 0,35 „ „ „ = 0,35 „	0,35 cc	—	III. In 0,3 cc ca. 2000 Individuen, wovon 74 % Copepoden, 8 % Ostracoden, 1 % Globigerinen, Appendicularien, Cysten, Larven etc.
		Fang f—k $5^1/_2$ h p. m. bei Fluth, nächstes Niedrigwasser 4 h p. m.	f. 2 . 10 m = 0,07 cc g. „ „ = 0,09 „ h. „ „ = 0,03 „ i. „ „ = 0,1 „ k. „ „ = 0,07 „	1 cbm (10 m) = 0,23 cc „ „ = 0,3 „ „ „ = 0,1 „ „ „ = 0,33 „ „ „ = 0,23 „	0,24 cc	—	III. Mehrere Larven von Decapoden.
43.	**Saluafata.** Mitten im Hafen. Vom Schiffsbug. Tiefe ca. 16 m.	26. Juli 1894 1 h p. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser ca. 3 h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,08 cc b. „ „ = 0,08 „ c. „ „ = 0,08 „ d. „ „ = 0,08 „ e. „ „ = 0,08 „	1 cbm (10 m) = 0,5 cc „ „ = 0,5 „ „ „ = 0,5 „ „ „ = 0,5 „ „ „ = 0,5 „	0,5 cc	7500 83 % Cop.	III. Ostracoden 2 %, Diatomeen 3 %, Larven und Cysten 10 %, Radiolarien und Globigerinen 2 %. Im ganzen Fang ca. 10 Sagitten.
44	**Fangaloa-Bucht** $2^1/_2$ Sm. langer Einlass, gegen NO. geöffnet; am Eingang ca. 100 m tief, nach innen zu allmälig sich abflachend. Grösster Hafen Upolu's, innen mit Sandriffen besetzt, sandiger Grund. An der Nordküste ca. 16 Sm. östlich von Apia. Tiefe ca. 20 m. Vom Schiffsbug. Ziemlich weit innen im Hafen.	27. Juli 1894. Fang a—e bei Fluth 10 h a. m, nächstes Hochwasser 2 h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,04 cc b. „ „ = 0,03 „ c. „ „ = 0,04 „ d. „ „ = 0,03 „ e. „ „ = 0,35 „	1 cbm (10 m) = 0,3 cc „ „ = 0,22 „ „ „ = 0,3 „ „ „ = 0,22 „ „ „ = 0,25 „	0,26 cc	ca. 1100 74 % Cop.	II. Ostracoden 18 % Appendicularien 3 % Diatomeen 1,5 % Globigerinen u. Larven 1,5 %
		Fänge f—i bei Ebbe $3^1/_2$ h p. m. nächstes Niedrigwasser 8 h p. m.	f. 1 . 20 m = 0,18 cc g. „ „ = 0,1 „ h. 1 . 25 „ = 0,15 „ i. „ „ = 0,08 „	1 cbm (20 m) = 0,05 cc „ „ = 0,35 „ „ (25 m) = 0,43 „ „ „ = 0,23 „	0,41 cc	4800 06 % Cop.	II. Ostracoden 9 % Appendicularien 15 % Globigerinen u. Larven 6 %

No. der Fangserien.	Ort. Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum. Zeit des Fanges bei Ebbe oder Fluth und nächstes Hoch- oder Niedrigwasser.	Zahl und Tiefe der Fänge (1 . 10 m), richtige Planktonmenge des Fanges 2 mal centrifugirt in cc (Cubikcentimeter).	Planktonmenge auf 1 cbm Meerwasser umgerechnet. (Die Zahl in Klammern bedeutet die Tiefe des Netzzuges.	Durchschnitt der Fangserien (auf 1 cbm).	Zahl der Individuen im Fangseriendurchschnitt.	Bemerkungen: Netze Durchm. Müllergaze II. 13,3 cm 19. III. 14 „ 12. E III. 13,2 „ 12. (Filtrationscoefficient für Netz II + $^{2}/_{13}$ ca., für III und E III + $^{1}/_{10}$ ca.)
45.	**Paago-Pango-Bucht.** An der Südküste von Tutuila (ca. 40 Sm. von Upolu) schuhförmig; einziger abgeschlossener Hafen Samoa's, ca. 2 Sm. lang. Tiefe im Innenhafen 45 m.	29. Juli 1894 1 h p. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser ca. 4 h p. m.	a. 1 . 40 m = 0,11 cc b. „ „ = 0,05 „ c. „ „ = 0,17 „ d. 1 . 10 „ = 0,05 „ e. „ „ = 0,05 „	1 cbm (40 m) = 0,2 cc „ „ = 0,09 „ „ „ = 0,3 „ „ (10 m) = 0,36 „ „ „ = 0,36 „	0,26 cc	4400 75 % Cop.	II. Ostracoden 12 %, Diatomeen 2 %, Globigerinen, Larven und Cysten 11 %, vereinzelt Decapodenlarven.
46.	**Paaga-Pango.** Derselbe Platz.	30. Juli 1894 4 h p. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser 5 h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,08 cc b. „ „ = 0,1 „ c. „ „ = 0,05 „ d. 1 . 40 „ = 0,15 „	1 cbm (10 m) = 0,58 cc „ „ = 0,72 „ „ „ = 0,30 „ „ (40 m) = 0,27 „	0,48 cc	5000 93 % Cop.	II. Ceratien 3 %, ausserdem Ostracoden, Eier, Hyperiden, Coscinodiscus etc.
47.	**Apia.** Alte Stelle mitten im Hafen. Tiefe ca. 13 m.	8. August 1894 4 h p. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 7 h p. m.	a. 1 . 11 m = 0,05(6) cc b. „ „ = 0,09 „ c. „ „ = 0,06 „ d. „ „ = 0,05(6) „ e. „ „ = 0,05 „	1 cbm (11 m) = 0,36 cc „ „ = 0,59 „ „ „ = 0,29 „ „ „ = 0,36 „ „ „ = 0,23 „	0,41 cc	—	II.
48.	**Salaafata.** Tiefe 19 m. Bug. Mitten im Hafen.	12. August 1894 4 h 30′ p. m. bei Ebbe, $^{1}/_{2}$ Stunde nach Hochwasser.	a. 1 . 17 m = 0,03 cc b. „ „ = 0,05 „ c. „ „ = 0,05 „ d. „ „ = 0,06 „ e. „ „ = 0,05 „	1 cbm (17 m) = 0,13 cc „ „ = 0,2 „ „ „ = 0,2 „ „ „ = 0,25 „ „ „ = 0,2 „	0,2 cc	—	II.
49.	**Falefa.** 3 Sm. östlich von Saluafata. Offene Rhede. Nur im Westen Riff, im Osten Steilküste. Tiefe ca. 20 m, a und b am Bug, c, d und e am Heck.	13. August 1894 3 h p. m. bei Fluth, 1 Stunde vor Hochwasser.	a. 1 . 19 m = 0,05 cc b. „ „ = 0,06 „ c. 1 . 18 „ = 0,1 „ d. 1 . 16 „ = 0,1 „ e. 1 . 10 „ = 0,06 „	1 cbm (19 m) = 0,19 cc „ „ = 0,23 „ „ (18 m) = 0,4 „ „ (16 m) = 0,45 „ „ (10 m) = 0,43 „	0,24 cc	—	II. In den Fängen Schmutz durch Asche. In das Innere der Bucht mündet ein ca. 5 m breiter Fluss. Im Fange meist Copepoden, Ostracoden, vereinzelt Radiolarien, Protocysten, Diatomeen.
50.	**Salaafata.** 8 Fänge im Boote an den verschiedensten Stellen des Hafens. i und k (9 und 10) vom Schiff aus. Tiefe 20—25 m.	17. August 1894 (Vollmond) 10 h a. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 12 h a. m.	a. 1 . 19 m = 0,09 cc b. „ „ = 0,1 „ c. „ „ = 0,08 „ d. „ „ = 0,09 „ e. „ „ = 0,08 „ f. 1 . 20 „ = 0,1 „ g. „ „ = 0,12 „ h. „ „ = 0,13 „ i. 1 . 19 „ = 0,1 „ k. 1 . 10 „ = 0,04 „	1 cbm (19 m) = 0,34 cc „ „ = 0,38 „ „ „ 0,3 „ „ „ = 0,34 „ „ „ = 0,3 „ „ (20 m) = 0,36 „ „ „ = 0,47 „ „ „ = 0,47 „ „ (19 m) = 0,37 „ „ (10 m) = 0,29 „	0,36 cc	ca. 7000 ca. 60 % Cop.	II. 30 % Ostracoden, seltener Sagitten, Globigerinen, Isopodenlarven und ziemlich viele Decapodenlarven.

No. der Fangserien.	Ort. Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum. Zeit des Fanges bei Ebbe oder Fluth und nächstes Hoch- oder Niedrigwasser.	Zahl und Tiefe der Fänge (1 . 10 m), richtige Planktonmenge des Fanges 2mal centrifugirt in cc (Cubikcentimeter).	Planktonmenge auf 1 cbm Meerwasser umgerechnet. Die Zahl in Klammern bedeutet die Tiefe des Netzzuges.	Durchschnitt der Fangserie (auf 1 cbm).	Zahl der Individuen im Fangseriendurchschnitt.	Bemerkungen: Netze Durchm. Müllergaze II. 13,3 cm 19. III. 14 „ 12. E III. 15,2 „ 12. (Filtrationscoefficient für Netz II + 9/10 ca, für III und E III + 8/10 ca.)
51.	**Malitanua.** Am Westende Upolu's, ca. 15 Sm. von Apia. Das Schiff lag ausserhalb der Riffe, nur gegen Osten etwas gedeckt. Tiefe ca. 30 m. Schiffsbug.	28. August 1894 4 h p. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser ca. 8 h p. m.	a. 1 . 28 m = 0,05 cc b. „ „ = 0,05 „ c. „ „ = 0,05 „ d. „ „ = 0,03 „ e. „ „ = 0,03 „	1 cbm (28 m) = 0,13 cc „ „ = 0,13 „ „ „ = 0,13 „ „ „ = 0,08 „ „ „ = 0,08 „	0,11 cc	1650 70 % Cop.	II. Diatomeen, Ceratien, Ostracoden, Sagitten, Appendicularien, Cysten, Globigerinen etc.
52.	**Apia.** In der Einfahrt zwischen den Riffen. Im Boote an 5 verschiedenen Stellen. Tiefe ca. 16 m.	31. August 1894 (Neumond) 5 h p. m. 1 Stunde vor Hochwasser.	a. 1 . 14,5 m = 0,09 cc b. „ „ = 0,08 „ c. „ „ = 0,1 „ d. 1 . 10 „ = 0,03 „ e. „ „ = 0,03 „	1 cbm (14,5 m) = 0,45 cc „ „ = 0,4 „ „ „ = 0,5 „ 1 cbm (10 m) = 0,22 „ „ „ = 0,22 „	0,36 cc	—	II.
53.	**Salaafata.** Hafenmitte. Schiffsbug. Tiefe ca. 20 m.	2. September 1894 11 h a. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 2 h p. m.	a. 1 . 17 m = 0,11 cc b. „ „ = 0,07 „ c. „ „ = 0,13 „ d. 1 . 10 „ = 0,09 „ e. „ „ = 0,09 „	1 cbm (17 m) = 0,47 cc „ „ = 0,3 „ „ „ = 0,55 „ „ (10 m) = 0,65 „ „ „ = 0,65 „	0,52 cc	—	II.
54.	**Falealili.** Südküste von Upolu. Aussenrhede Schiffsbug Tiefe ca. 40 m. (Am Heck nur 13 m). Strom auflandig.	15. October 1894 (Tag nach Vollmond) 4 h p. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser 7 h p. m.	a. 1 . 35 m = 0,2 cc b. „ „ = 0,1 „ c. „ „ = 0,1 „ d. 1 . 10 m = 0,03 „ e. „ „ = 0,04 „	1 cbm (35 m) = 0,37 cc „ „ = 0,19 „ „ „ = 0,19 „ „ (10 m) = 0,2 „ „ „ = 0,26 „	0,24 cc	—	III.
55.	**Safata.** 9 Sm. westlich von Falealili. Offener breiter Einlass. Fangstelle innen zwischen den Riffen. Tiefe ca. 40 m.	16. October 1894 3 h p. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser 7 h 40' p. m.	a. 1 . 35 m = 0,08 cc b. „ „ = 0,04 „ c. „ „ = 0,04 „ d. 1 . 10 „ = 0,01 „ e. „ „ = 0,01 „	1 cbm (35 m) = 0,15 cc „ „ = 0,08 „ „ „ = 0,08 „ „ (10 m) = 0,07 „ „ „ = 0,07 „	0,09 cc	—	III.
56.	**Leone.** Offene Rhede. Südküste v. Tutuila. Tiefe ca. 35 m. Schiffsbug.	17. October 1894 9 h a. m. bei Hochwasser.	a. 1 . 33 m = 0,05 cc b. „ „ = 0,02 „ c. „ „ = 0,05 „ d. 1 . 10 „ = 0,01 „ e. „ „ = 0,01 „	1 cbm (33 m) = 0,1 cc „ „ = 0,04 „ „ „ = 0,1 „ „ (10 m) = 0,07 „ „ „ = 0,07 „	0,08 cc	—	III.
57.	**Pango-Pango.** Tutuila. Innenhafen. Tiefe ca. 40 m.	19. October 1894 10 h a. m. bei Hochwasser.	a. 1 . 35 m = 0,5 cc b. „ „ = 0,26 „ c. „ „ = 0,12 „ d. „ „ = 0,15 „ e. 3 . 10 „ = 0,1 „	1 cbm (35 m) = 0,93 cc „ „ = 0,52 „ „ „ = 0,22 „ „ „ = 0,28 „ „ (10 m) = 0,22 „	0,37 cc (0,28 cc ohne a)	5400 87 % Cop.	III. Fang a mit Sagitten gemessen, b, c, d und e ohne dieselben. Sagitten gross bis zu 2 cm lang. Ostracoden 8 %, Appendicularien 4 %, Globigerinen, Cysten etc.

No. der Fangserien.	Ort. Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum. Zeit des Fanges bei Ebbe oder Fluth und nächstes Hoch- oder Niedrigwasser.	Zahl und Tiefe der Fänge (1 . 10 m), richtige Planktonmenge des Fanges 2 mal centrifugirt in cc (Cubikcentimeter).	Planktonmenge auf 1 cbm Meerwasser umgerechnet. Die Zahl in Klammern bedeutet die Tiefe des Netzzuges.	Durchschnitt der Fangserie (auf 1 cbm).	Zahl der Individuen im Fangseriendurchschnitt.	Bemerkungen: Netze Durchm. Müllergaze II. 13,3 cc 19. III. 14 „ 12. E III. 13,2 „ 12. (Filtrationscoefficient für Netz II $+ {}^{2}/_{10}$ ca., für III und E III $+ {}^{1}/_{10}$ ca.
58.	**Saluafata.** Hafenmitte. Schiffsbug. Tiefe ca. 15 m.	22. October 1894 (8 Tage nach Vollmond) 9 h a. m. bei Fluth. 1 Stunde nach Niedrigwasser.	a. 1 . 13 m = 0,03 cc b. 3 . 10 „ = 0,12 „ c. „ „ = 0,1 „ d. „ „ = 0,08 „	1 cbm (13 m) = 0,15 cc „ (10 m) = 0,26 „ „ „ = 0,21 „ „ „ = 0,17 „	0,21 cc	—	Palolo in Savaii. III.
59.	**Mulifanua.** Tiefe ca. 40 m. Schiffsbug.	25. October 1894 11 h 30′ a. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser 4 h p. m.	a. 1 . 20 m = 0,04 cc b. „ „ = 0,04 „	1 cbm (20 m) = 0,12 cc „ „ = 0,12 „	0,12 cc	—	III.
60.	**Apia.** Alte Stelle. Schiffsbug. Tiefe ca. 15 m.	29. October 1894 (Tag nach Neumond) 10 h a. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 1 h p. m.	a. 3 . 10 m = 0,14 cc b. „ „ = 0,18 „ c. „ „ = 0,18 „	1 cbm (10 m) = 0,33 cc „ „ = 0,4 „ „ „ = 0,4 „	0,38 cc	—	III.
73.	**Pango-Pango.** Innenhafen. Tiefe ca. 35 m. Schiffsbug.	29. April 1895 1 h p. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 4 h p. m.	a. 1 . 30 m = 0,4 cc b. „ „ = 0,3 „ c. 1 . 20 „ = 0,2 „ d. 3 . 10 „ = 0,21 „	1 cbm (30 m) = 0,97 cc „ „ = 0,73 „ „ (20 m) = 0,73 „ „ (10 m) = 0,5 „	0,66 cc	—	III.
74.	**Pango-Pango.** An 3 verschiedenen Stellen im innersten Hafen. Im Boot.	29. April 1895 2 h p. m. bei Ebbe, nächstes Niedrigwasser 4 h p. m.	a. 2 . 10 m = 0,1 cc b. „ „ = 0,1 „ c. 2 . 20 „ = 0,3 „	1 cbm (10 m) = 0,31 cc „ „ = 0,31 „ „ (20 m) = 0,55 „	0,39 cc	—	III. a. ca. 300 m v. Ende d. Hafens b. „ 500 „ „ „ „ „ c. „ 1000 „ „ „ „ „
75.	**Apia.** In der Einfahrt zwischen den Riffen. Tiefe 13 m.	16. Mai 1895 10 h a. m. bei Fluth, nächstes Hochwasser 12 h p. m.	a. 3 . 10 m = 0,28 cc b. „ „ = 0,28 „ c. „ „ = 0,3 „	1 cbm (10 m) = 0,68 cc „ „ = 0,68 „ „ „ = 0,73 „	0,7 cc	—	III. Viele grosse Copepoden und Sagitten.
76.	**Apia.** Schiffsbug. Hafenmitte.	29. Mai 1895 a und b 10 h a. m. bei Hochwasser.	a. 3 . 10 m = 0,1 cc b. 2 . 10 „ = 0,08 „	1 cbm (10 m) = 0,25 cc „ „ = 0,3 „	0,27 cc	—	III.
		c und d 4 h p. m. bei Niedrigwasser.	c. 3 . 10 m = 0,21 cc d. „ „ = 0,18 „	1 cbm (10 m) = 0,5 „ „ „ = 0,45 „	0,47 cc	—	
77.	**Apia.** Im Boot. An der Einfahrt.	5. Juni 1895 10 h a. m. bei Niedrigwasser.	a. 3 . 10 m = 0,32 cc b. „ „ = 0,3 „ c. 4 . 10 „ = 0,4 „	1 cbm (10 m) = 0,78 cc „ „ = 0,73 „ „ „ = 0,73 „	0,75 cc	13500 80 % Cop.	III. Ueber die Hälfte der Copepoden macht Oithona aus. Sonst Globigerinen, Appendicularien, Radiolarien, Diatomeen etc.
78.	**Apia.** Ebenso.	5. Juni 1895 4 h p. m. bei Hochwasser.	a. 3 . 10 m = 0,25 cc	1 cbm (10 m) = 0,6 cc	0,6 cc	—	III.

Tabelle B. Centrifugirte Nichtsamoanische Küstenplanktonfänge aus den Tropen.

No. der Fangserien.	Ort, Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum, Tageszeit.	Zahl und Tiefe der Fänge, richtige Planktonmenge zweimal centrifugirt.	Planktonmenge auf 1 cbm Seewasser umgerechnet.	Bemerkungen.
71.	**Suva.** Viti-Inseln. Der Innenhafen, woselbst die Fänge gemacht wurden, ist durch Korallenriffe ganz vom Meer abgeschlossen. Schiffsbug. Tiefe ca. 14 m.	19. April 1895.	a. 3 . 10 m = 0,2 cc b. „ „ = 0,2 „	1 cbm (10 m) = 0,5 cc „ „ = 0,5 „	Durchschnitt 0,5 cc.
72.	**Suva.**	21. April 1895 7 h a. m.	a. 2 . 10 m = 0,14 cc b. 1 . 10 „ = 0,07 „ c. „ „ = 0,03 „	1 cbm (10 m) = 0,34 cc „ „ = 0,51 „ „ „ = 0,22 „	Durchschnitt 0,35 cc. Aus b ein grosser Sagitte entfernt.
79.	**Aden.** Arabien. Auf der Rhede. Tiefe ca. 10 m.	29. Juli 1895 11 h a. m.	a. 3 . 8 m = 0,3 cc b. 2 . 8 „ = 0,25 „	1 cbm (8 m) = 0,9 cc „ „ = 1,1 „	Viel Sand im Wasser.
80.	**Suez.** Im rothen Meere. Tiefe ca. 11 m.	2. August 1895.	4 . 8 m = 0,2 cc	1 cbm (8 m) = 0,46 cc	Insgesammt: 20 Fänge mit durchschnittlich 0,57 cc.

Tabelle C. Seefänge.

No. der Fangserien.	Ort, Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe.	Datum, Tageszeit.	Zahl und Tiefe der Fänge, richtige Planktonmenge zweimal centrifugirt.	Planktonmenge auf 1 cbm Seewasser umgerechnet.	Bemerkungen.
28, 29	**Bay of Plenty.** Am Ostkap der Nordinsel von Neu-Seeland. Tiefe ca. 200 m.	16. März 1894.	a. 1 . 40 m = 0,15 cc b. 1 . 10 „ = 0,05 „ c. „ „ = 0,05 „	1 cbm (40 m) = 0,24 cc „ (10 m) = 0,32 „ „ „ = 0,32 „	
30.	**Castle Point.** ca. 60 Sm. ab von der Nordinsel von N. Z.	17. März 1894.	a. 1 . 20 m = 0,15 cc b. „ „ = 0,1 „ c. 1 . 100 m = 0,35 „	1 cbm (20 m) = 0,49 cc „ „ = 0,32 „ „ (100 m) = 0,24 „	
	Blenheim. Cookstrasse. Neu-Seeland.	14. Februar 1895.	1 . 30 m 0,05 cc	1 cbm (30 m) = 0,1 cc	
69.	**Sydney.** ca. 15 Sm. ab.	4. April 1895 4 h p. m.	a. 1 . 10 m = 0,03 cc b. 1 . 20 „ = 0,12 „ c. 1 . 30 „ = 0,13 „ d. 1 . 10 „ = 0,03 „	1 cbm (10 m) = 0,2 cc „ (20 m) = 0,44 „ „ (30 m) = 0,32 „ „ (10 m) = 0,2 „	Insgesammt: 11 Fänge mit durchschnittlich 0,29 cc.

Tabelle D. Centrifugirte Küstenplanktonfänge aus Neu-Seeland (N. Z.) und Neu-Südwales (N. S. W.)

… der Fang…	Ort, Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiff oder Boote.	Datum, Zeit des Fanges.	Zahl und Tiefe der Fänge, richtige Planktonmenge des Fanges zweimal centrifugirt.	Planktonmenge auf 1 cbm Seewasser umgerechnet.	Bemerkungen. Netz s. Tabelle A. D = Durchschnitt.
3.	**Auckland** N. Z. Nordinsel. Waitemata-Innenhafen. Tiefe cca 14 m. Schiffsbug.	10. Januar 1894 9 h 30′ a. m bei Hochwasser.	3 . 10 m = 0,25 cc	1 cbm (10 m) = 0,55 cc	Netz No. III. Copepoden, Diatomeen, Larven, Globigerinen. D = 0,55 cc.
4.	**Auckland** N. Z. Waitemata-Hafen. Ebenso.	12. Januar 1894 11 h 30′ a. m bei Hochwasser.	2 . 10 m = ?		Windstärke 7. Der Fang war so schmutzig, dass eine Messung nicht möglich war.
5.	**Auckland.**	13. Januar 1894.	3 . 10 m = 1,4 cc	1 cbm (10 m) = 3,0 cc	Windstärke 7. D = 3,0 cc.
6.	**Auckland.**	14. Januar 1894.	3 . 10 m = 0,5 cc	1 cbm (10 m) = 1,1 cc	Wind 3—4. D = 1,1 cc.
7.	**Auckland.**	15. Januar 1894.	3 . 10 m = 0,5 cc	1 cbm (10 m) = 1,1 cc	D = 1,1 cc.
8.	**Auckland.**	17. Januar 1894.	Wegen viel Schmutz nicht gemessen.		Viel Wind.
9.	**Auckland.**	19. Januar 1894.	3 . 10 m = 0,35 cc	1 cbm (10 m) = 0,75 cc	Ruhig. D = 0,75 cc.
10.	**Auckland.**	20. Januar 1894.	3 . 10 m = 0,6 cc	1 cbm (10 m) = 1,3 cc	D = 1,3 cc.
11.	**Auckland.**	31. Januar 1894 bei Hochwasser	3 . 10 m = 1,1 cc	1 cbm (10 m) = 2,4 cc	D = 2,4 cc.
12.	**Auckland.**	Dasselbe Dat. bei Niedrigwasser.	3 . 10 m = 0,9 cc	1 cbm (10 m) = 2,0 cc	D = 2,0 cc.
13.	**Auckland.** Andere Ankerstelle. Tiefe ca. 20 m.	6. Februar 1894.	a. 1 . 10 m = 0,4 cc b. „ „ = 0,4 „ c. 2 . 10 m = 0,8 cc	1 cbm (10 m) = 2,6 cc „ „ = 2,6 „ „ „ = 2,6 „	D = 2,6 cc.
14.	**Hauraki Golf** N. Z. Aussenhafen von Auckland. In der Tofino-Bay. Tiefe ca. 10 m. Schiffsbug.	27. Februar 1894.	a. 1 . 10 m = 0,45 cc b. „ „ = 0,45 „ c. „ „ = 0,47 „ d. „ „ = 0,42 „ e. „ „ = 0,52 „	1 cbm (10 m) = 2,9 cc „ „ = 2,9 „ „ „ = 3,0 „ „ „ = 2,8 „ „ „ = 3,4 „	1 cbm = 3,0 cc = ca. 500000 Individuen. Appendicularien, Radiolarien, Diatomeen, Copepoden, Rotatorien, Evadne, Podon, Penilia.
15.	**Tofino-Bay.** Selber Platz.	28. Februar 1894 a. 9 h a. m bei Fluth, b. 4 h p. m bei Ebbe.	a. 3 . 10 m = 0,6 cc b. 3 . 10 m = 0,9 cc	1 cbm (10 m) = 1,3 cc „ „ = 2,0 „	D = 1,65 cc.
16.	**Tofino-Bay.**	1. März 1894.	3 . 10 m = 0,6 cc	1 cbm (10 m) = 1,3 cc	D = 1,3 cc.
17.	**Auckland.**	5. März 1894.	3 . 10 m = 0,5 cc	1 cbm (10 m) = 1,1 cc	D = 1,1 cc.
18.	**Hauraki-Golf** N. Z. Bei der Insel Motuburakia. Tiefe ca. 40 m.	6. März 1894.	3 . 10 m = 0,7 cc	1 cbm (10 m) = 1,5 cc	D = 1,5 cc.
19.	Selber Platz.	Selbes Datum.	3 . 30 m = 1,6 cc	1 cbm (30 m) = 1,15 cc	Einige Polypomedusen vor dem Centrifugiren entfernt. D = 1,15 cc.
20.	„	„	3 . 25 m = 1,3 cc	1 cbm (25 m) = 1,12 cc	Ebenso. 1 cbm = 1,12 cc = 146,000 Ind. 7 % Copepoden. 87 % Diatomeen.
21.	„	7. März 1894.	3 . 30 m = 1,3 cc	1 cbm (30 m) = 0,95 cc	1 cbm = 0,95 cc = 63000 Ind. 11 % Copepoden. 80 % Diatomeen.
22.	**Hauraki-Golf.** Mitten zwischen Tiri-Tiri und Koromandel. Tiefe 50—100 m.	7. März 1894.	2 . 10 m = 0,5 cc	1 cbm (10 m) = 1,6 cc	1 cbm = 1,6 cc = 21700 Ind. Individuenzahl gering wegen Reichthum an grossen Penilia. 22 % Copepoden. 38 % Cladoceren (Penilia). 22 % Diatom. (Coscinodiscus).

No. der Fangserien.	Ort, Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum, Zeit des Fonges.	Zahl und Tiefe der Fänge, richtige Planktonmenge zweimal centrifugirt.	Planktonmenge auf 1 cbm Seewasser umgerechnet.	Bemerkungen. Netz s. Tabelle A. D = Durchschnitt.
23.	**Tofino-Bay.** Im Hauraki-Golf, N. Z.	8. März 1894.	o. 1 . 15 m = 0,5 cc b. „ „ = 0,5 „ c. „ „ = 0,8 „	1 cbm (15 m) = 2,0 cc „ „ = 2,0 „ „ „ = 3,4 „	1 cbm = 2,5 cc = 521 000 Ind. Copepoden 17 %, Penilio 27 %, Diatomeen 33 %, Globigerinen, Cysten und Larven 16 %, Appendicularien 1,5 %.
24.	**Tofino-Bay.**	9. März 1894.	a. 1 . 15 m = 0,3 cc b. „ „ = 0,3 „ c. „ „ = 0,45 „	1 cbm (15 m) = 1,3 cc „ „ = 1,3 „ „ „ = 2,0 „	D = 1,5 cc.
25.	**Auckland.**	14. März 1894.	1 . 10 m = 0,9 cc	1 cbm (10 m) = 5,8 cc	1 cbm = 5,8 cc = 298 000 Ind. Copepoden 28 %, Diatomeen 50 %, Cladoceren 2,5 %.
26.	**Auckland.**	15. März 1894.	1 . 10 m = 0,7 cc	1 cbm (10 m) = 4,5 cc	D = 4,5 cc.
27.	**Hauraki-Golf.** Bei der Insel Motuhurakia. Tiefe ca. 40 m.	15. März 1894.	1 . 40 m = 0,8 cc	1 cbm (40 m) = 1,3 cc	D = 1,3 cc.
31.	**Port Jackson,** N. S. W. Hofen von Sydney. Innen im Farm-Cove. Schiffsbug.	Aufong April 1894.	a. 1 . 10 m = 0,6 cc b. „ „ = 1,3 cc	1 cbm (10 m) = 4,0 cc „ „ = 8,5 „	D = 6,2 cc.
32.	**Jervis-Bay.** 70 Sm. südlich von Port Jackson. Grosse Bucht. Schiffsbug. Tiefe cu. 20 m.	24. April 1894. a, b, c südliche Ankerstelle,	a. 1 . 10 m = 0,2 cc b. „ „ = 0,4 „ c. „ „ = 0,35 „	1 cbm (10 m) = 1,3 cc „ „ = 2,6 „ „ „ = 2,3 „	D = 2,1 cc.
		d, e, f nördliche Ankerstelle, co. 5 Sm. entfernt.	d. 1 . 10 m = 0,25 cc e. „ „ = 0,2 „ f. „ „ = 0,1 „	1 cbm (10 m) = 1,6 cc „ „ = 1,3 „ „ „ = 0,65 „	D = 1,2 cc.
33.	**Port-Jackson.** Querab vom Farm-Cove, mitten im Strom. N. S. W.	1. Mai 1894. Vormittags.	a. 1 . 10 m = 0,17 cc b. „ „ = 0,37 „ c. „ „ = 0,4 „ d. „ „ = 0,33 „ e. „ „ = 0,25 „ f. „ „ = 0,6 „	1 cbm (10 m) = 1,1 cc „ „ = 2,4 „ „ „ = 2,6 „ „ „ = 2,1 „ „ „ = 1,6 „ „ „ = 3,9 „	Netz No. III. Nahezu die Hälfte der Fänge i[s] bedingt durch eine Diatom[e] (Asterionella). D = 2,3 cc.
61.	**Auckland,** N. Z. Waitemata.	12. December 1894 1 h p. m. Niedrigwasser.	a. 1 . 10 m = 0,21 cc b. „ „ = 0,2 „ c. „ „ = 0,2 „	1 cbm (10 m) = 1,36 cc „ „ = 1,3 „ „ „ = 1,3 „	Bei b und c sind einige klei[ne] Hydromedusen in Abzug g[e]bracht, wodurch das Quant[um] 0,27 statt 0,2 ausgemacht hab[en] würde. 1 cbm = 1,32 cc = 50 000 Ind.
61a	**Auckland,** N. Z. Northshore von der Holzpier des Calliope-Docks.	Mitte Januar 1895.	1 . 10 m = 0,2 cc	1 cbm (10 m) = 1,3 cc	Demonstrationszug für ein[ige] Zoologen Neu-Seelands mit [un]gefährer Voraussage des Qua[n]tums und der Bestandtheile d[es] Fonges. D = 1,3 cc.
62.	**Auckland,** N. Z. Auf dem Strom.	12. Februor 1895 9 h a. m. bei Hochwasser.	a. 1 . 10 m = 0,33 cc b. „ „ = 0,36 „ c. „ „ = 0,23 „ d. „ „ = 0,2 „ e. „ „ = 0,42 „	1 cbm (10 m) = 2,1 cc „ „ = 2,3 „ „ „ = 1,9 „ „ „ = 1,3 „ „ „ = 2,7 „	1 cbm = 2,00 cc = 300 000 Ind. 90 % Diatomeen. 4—5 % Copepoden.

	Ort, Fangstelle und Tiefe derselben. Fang vom Schiffe oder vom Boote.	Datum, Zeit des Fanges.	Zahl und Tiefe der Fänge, richtige Planktonmenge des Fanges zweimal centrifugirt.	Planktonmenge auf 1 cbm Seewasser umgerechnet.	Bemerkungen. Netz s. Tabelle A. D = Durchschnitt.
1.	**Akaroa-Bay.** Südinsel von Neu-Seeland an der Ostseite, 43° S. Br., ca. 10 Sm. ange Bucht, ganz vom Meere abgeschlossen. Schiffsbug. Tiefe ca. 8 m. Innenhafen.	19. Februar 1895. Abends.	a. 1 . 6 m = 0,13 cc b. „ „ = 0,12 „	1 cbm (6 m) = 1,4 cc „ „ = 1,3 „	1 cbm = 1,35 cc = 98 700 Ind. Nauplius 22 %, Copepoden 27 %, Globigerinen, Larven 44 %, Diatomeen 2 %, Ceratien, Tintinnen, Larven, Medusen, Zoea, Evadne.
	Akaroa-Bay. Dem Ausgang zu, nach der offenen See. Tiefe ca. 20 m.	21. Februar 1895. Mittags bei Hochwasser.	a. 1 . 10 m = 0,1 cc b. „ „ = 0,08 „ c. 2 . 10 „ = 0,16 „	1 cbm (10 m) = 0,65 cc „ „ = 0,52 „ „ „ = 0,52 „	1 cbm = 0,55 cc = 22 000 Ind. Copepoden 30 %, Cladoceren 13 %, Globigerinen, Cysten, Larven 20 %, Diatomeen 4 %. Kleinster Fang!
	Akaroa-Bay. Innenhafen. Fänge vom Fallrep aus. Tiefe 10½ m. Ankerplatz mehr nach aussen als bei 63.	27. Februar 1895. Hochwasser.	a. 1 . 8 m = 0,13 cc b. „ „ = 0,13 „ c. „ „ = 0,11 „ d. „ „ = 0,09 „ e. „ „ = 0,08 „ f. 2 . 8 „ = 0,2 „	1 cbm (8 m) = 1,2 cc „ „ = 1,2 „ „ „ = 1,0 „ „ „ = 0,82 „ „ „ = 0,73 „ „ „ = 0,91 „	Netz E III. 1 cbm = 0,97 cc = 27 500 Ind.
	Wellington N. Z. Innenhafen abgeschlossen von der See. Südende der Nord-Insel. Schiffsbug.	8. März 1895. Fang bei N. W. Sturm.	a. 1 . 10 m = 0,15 cc b. „ „ = 0,18 „ c. „ „ = 0,18 „	1 cbm (10 m) = 1,1 cc „ „ = 1,3 „ „ „ = 1,3 „	Durch den Sturm war das Wasser schmutzig. 1 cbm = 1,23 cc = 118 000 Ind. Copepoden 47 %, Protozoen 18 %, Diatomeen 16 %.
	Sydney N. S. W. Port Jackson mitten im Strom. Strom nach aussen ca. 1 Sm.	20. März 1895. a. b. c. dieselbe Stelle. d. e. f. jeder an verschiedener Stelle. Wasser ruhig.	a. 1 . 10 m = 0,17 cc b. „ „ = 0,2 „ c. „ „ = 0,18 „ d. „ „ = 0,16 „ e. „ „ = 0,16 „ f. „ „ = 0,18 „	1 cbm (10 m) = 1,25 cc „ „ = 1,45 „ „ „ = 1,3 „ „ „ = 1,17 „ „ „ = 1,17 „ „ „ = 1,3 „	In Fang b einige Sagitten. Aus Fang b eine Appendicularie von 3 cm Länge und 1 cm Dicke vor dem Centrifugiren entfernt, aus Fang c und d 1 resp. 2 kleine Ctenophoren von ca. 3 mm Durchmesser. D = 1,27 cc.
4.	**Jervis-Bay N. S. W.**	3. April 1895.	a. 1 . 10 m = 0,17 cc [b. 1 . 10 m = 0,3 „ c. „ „ = 0,3 „]	1 cbm (10 m) = 1,25 cc [1 cbm (10 m) = 2,2 cc „ „ = 2,2 cc]	Fang b und c in Formalin conservirt, wodurch das Volumen zu gross wurde, namentlich durch Medusen u. Sagitten. D = 1,25 cc.
0.	**Sydney N. S. W.** Im Farm Cove. Wasser ruhig.	8. April 1895.	a. 1 . 10 m = 0,18 cc b. „ „ = 0,18 „ c. „ „ = 0,17 „	1 cbm (10 m) = 1,3 cc „ „ = 1,3 „ „ „ = 1,25 „	D = 1,28 cc.

Tabelle E. Centrifugirte Süsswasserplanktonfänge aus Neu-Seeland.

No. der Fangserien.	Ort, Tiefe der Fangstelle.	Datum.	Zahl und Tiefe der Fänge, richtige Planktonmenge.	Auf 1 cbm Süsswasser umgerechnete Planktonmenge.	Bemerkungen.
1.	**Takapuna-See.** 62 m tiefer Kratersee,	Januar 1894.	1 . 50 m = 0,25 cc	1 cbm (50 m) = 0,36 cc	Netz No. II. 13,3 cc Durc
2.	in Meereshöhe golegen und kaum ½ km vom	Mitte März 1894.	a. 1 . 25 m = 0.12 cc b. „ „ = 0,12 „	1 cbm (25 m) = 0,35 cc „ „ = 0,35 cc	
3.	Meore getrennt, welches nur 20 m tief ist.	Mitte März 1894.	c. 1 . 50 m = 0,25 cc	1 cbm (50 m) = 0,36 cc	
4.	(Tofino-Bay.) 1 Stnade nördlich von Auckland.	Mitte März 1894.	d. 1 . 50 m 0,2 cc	1 cbm (50 m) = 0,29 cc	
8.	**Roteraa-See.** Nordinsel. 10—25 m tief, 7—8 km breit.	December 1894. a. im östlich. Theil, b. „ westlich. „ c. „ „ „	a. 1 . 10 m = 0,65 cc b. 1 . 20 m = 0,95 „ c. „ „ = 0,9 „	1 cbm (10 m) = 4,7 cc „ (20 m) = 3,4 „ „ „ = 3,25 „	Die naheza 10 mal grö Menge den andern Seen ge über ist hier um so merkw diger, als in den See di wässer zahlreicher Ge Schwefel- und Alaunquellen münden.
10.	**Taape-See.** Im Herzen der Nordinsel. 25 km lang und über 150 m tief.	Januar 1895. An 3 verschiedenen, nahe bei einander gelegenen Stellen.	a. 1 . 24 m = 0,15 cc b. 1 . 30 m = 0,15 „ c. 1 . 30 m = 0,1 „	1 cbm (24 m) = 0,45 cc „ (30 m) = 0,30 „ „ „ = 0,24 „	
12.	**Takapaaa-See.**	Febrnar 1895.	a. 1 . 50 m = 0,38 cc b. „ „ = 0,3 „ c. „ „ = 0,32 „	1 cbm (50 m) = 0,55 cc „ „ = 0,43 „ „ „ = 0,45 „	

2. Berücksichtigte Literatur.

(Die mit * bezeichneten Arbeiten sind nur aus Berichten bekannt; specielleres siehe in den einzelnen Capiteln.)

a. Korallenriffe, Geologie, Oceanographie etc.

*1. **Ehrenberg.** a) Abhandl. der Berl. Acad. d. W. 1831 „Die Korallenthiere des rothen Meeres“
b) Abhandl. der Berl. Acad. d. W. 1832 „Ueber die Natur und Bildung der Korallenriffe des rothen Meeres“.

2. **Ch. Darwin.** On the structure and distribution of coral reefs. (1842.) 3. Aufl. 1890. Ward, Lock and Co., London.

3. **Dana.** a) Report on Zoophytes of the Wilkes exploring expedition. Vol. VII. 1846.
b) Geological Report „ „ „ „ „ 1849.
c) Corals and Coral Islands. (1872.) 3. Aufl. 1890.
d) Characteristics of Volcanoes with contribution of facts and principles of the Hawaiian Islands. 1890. New-York, Dodd, Mead & Co.

*4. **Couthouy.** Remarks on coral formation. Bost. Journ. Nat. Hist.

*5. **Jukes.** Narrative of the Voyage of H. M. S. „Fly“. 1847.

*6. **R. J. Nelson.** Quart. Journ. Geolog. Soc. of London Vol. IX. 1853. „On the geology of the Bahamas and on Coral formations generally.“

7. **Weinland.** Württ. naturw. Jahreshefte. XVI. Bd. 1860. „Ueber Inselbildung durch Korallen und Mangrovebüsche.“

8. **E. Ransonnet.** Reise von Kairo nach Tor zu den Korallenbänken des rothen Meeres. Verhandl. der k. k. zool. bot. Gesellsch. Bd. XIII. 1863.

9. **C. Semper.** a) Die Philippinen und ihre Bewohner. Würzburg 1869. (S. 100 III Abdruck aus Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 13. 563—69. 1863.)
b) Die Palau-Inseln. 1873.
c) Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. 1880.

10. **Rein.** *a) Beiträge zur physikalischen Geographie der Bermuda-Inseln. Berichte der Senkenberg'schen Naturf. Gesellsch. 1869—70 p. 157.
b) Die Bermuda-Inseln und ihre Korallenriffe nebst einem Nachtrage gegen die Darwin'sche Senkungstheorie. Verhandlung. des 1. deutsch. Geographentages 1881. S. 29—46.

*11. **Pourtalès.** „Der Meeresboden des Golfstrom's und der atlantischen Küsten." Petermann's geogr. Mitth. 1870.

12. **Graeffe.** a) „Reisen nach verschiedenen Inseln der Südsee." Ausland 1867. „Manua Eruption."
b) „Reisen in der Südsee." Ausland 1868.
c) Topographie der Schifferinseln. Journ. Mus. Godefroy Heft 1.
d) Geologie „ „ „ „ „ Heft 2.

*13. **Balausa** et **Chambreyon.** Bull. de la Soc. Géogr. Vol. V. 1873.

*14. **Chambreyon.** Bull. de la Soc. Géogr. Vol. IX. 1875. „Note rélative à la nouvelle Calédonie."

15. **E. Haeckel.** Arabische Korallen. 1876.

16. **Rathbun.** Brazilian Corals and Coral Reefs. Americ. Naturalist. Vol. XIII. 1879.

17. **Klunzinger.** a) Eine zoologische Excursion auf ein Korallenriff des rothen Meeres. Verhandl. der k. k. zool. bot. Gesellsch. 1870.
b) Das Wachsthum der Korallen insbesondere ihre Vermehrung durch Ableger und über Wachsthumsstörungen. Württ. naturw. Jahreshefte 1880.

18. **Jordan.** „Die Theorieen über die Entstehung der Korallenriffe." Biolog. Centralblatt. 2. Band.

19. **C. E. Meinicke.** Die Inseln des Stillen Oceans. 1875.

20. **K. Möbius.** Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. 1880.

21. **John Murray.** a) „On the structure and Origin of Coral Reefs and Islands". Proc. of the Roy. Soc. of Edinb. Vol. X 1878—80.
b) Coral Formations. Nature 1888. Vol. XXXVII. S. 414—15.

22. — and **Irvine.** On coral reefs and other carbonate of line formations in modern Seas. Proc. of the Roy. Soc. of Edinb. Vol. XVII. 1889.

23. — and **A. Renard.** Nomenclature, origin and distribution of Deep Sea deposits. Proc. of the Roy. Soc. of Edinb. Vol. XII. 1884.

24. **H. B. Guppy.** a) Notes on the characters and mode of formation of the coral reefs of the Salomon Islands. Proc. of the Roy. Soc. of Edinb. Vol. XIII. 1885—86.
b) The Salomon Islands, their geology etc. 1887.
c) Coral formations. Nature März 1888. S. 462 u. 604. Vol. XXXVII.
d) „Preliminary Note on Keeling Atoll". Nature Jan. 1889.

25. **Studer.** *a) Verhandl. des 2. deutsch. Geograph.-Tages 1882. S. 23—25.
b) La formation coralienne dans les océans au point de vue géologique.
*c) Ueber Korallenriffe. 9. Jahresbericht der geogr. Ges. Bern. 1888—89. S. 140.

25d. **P. Hoffmann.** Wahrnehmungen an einigen Korallenriffen der Südsee. Verhandl. der Gesellschaft für Erdkunde. Bd. IX. 1882.

26. **A. Agassiz.** a) The Tortugas and Florida Reefs. Mem. of Americ. Acad. Vol. XI. 1882.
b) Three cruises of the Blake. Boston 1888. 2 Bände.
c) The Coral Reefs of the Hawaiianislands. Bull. of Mus. of. Comp. Zool. Harvard. Vol. XVII. 1889.
d) On the rate of growth of corals. Bull. of Mus. of. Comp. Zool. Harvard. Vol. XX. 1890.

e) General sketch of the cruise of the „Albatross“ Febr. til May 1891. Bull. of Mus. of Comp. Zool. Harvard. Vol. XXIII. 1892.
f) A reconnaisseance of the Bahamas and the elevated Reefs of Cuba. Bull. of Mus. of Camp. Zool. Harvard. Vol. XXVI. 1894.
g) A visit to the Bermudas in March 1894. Bull. of Mus. of. Comp. Zool. Harvard. Vol. XXVI. 1895. No. 2.

27. **A. Geikie.** *a) Presidential Adress before the Royal Society of Edinburgh. Proceed. Vol. VIII. 1883.
*b) Nature 1883.
c) Text book of Geology 3. Aufl. 1893. p. 485–492.

28. **H. O. Forbes.** A naturalist's wanderings in the eastern Archipelago. 1885. (Deutsche Uebersetzung.)

*29. **O. Fintsch.** Ein Besuch auf Diego Garcia im Indischen Ocean. Deutsch. geogr. Blätter. Bremen 1887.

30. **C. Keller.** Reisebilder aus Ostafrika und Madagaskar. 1887.

31. **J. Walther.** a) Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel. 1888. Abhandl. der Math. phys. kön. Sächs. Gesellsch.
b) Die Adamsbrücke und die Korallenriffe der Palkstrasse. Petermann's geogr. Mitt. 1891. Ergänzungsband XXII.

32. **Wharton.** a) Coral Formations. Nature Febr. 1888 S. 393–95.
*b) Masamarhu Island. Nature Sept. 1888.

33. **Bourne.** a) Coral Formations. Nature März 1888. S. 114.
b) The atoll of Diego Garcia and the Coral formations of the Indian Ocean. Nature 1888. p. 546–550.

34. **Irvine.** Coral Formations. Nature 1888. pp. 461. 509, 605.

35. **Ross.** Coral Formations. Nature März 1888. pp. 461, 584.

*36. **Hickson.** Theories of Coral Reefs and Atolls. Adress. Brit. Assoc. f. Adv. of Science 1888.

37. **R. v. Lendenfeld.** a) Ueber Bourne's Diego Garcia Riffbeschreibung. Naturwiss. Rundschau. 1888.
b) Bemerkungen zu Murrays Theorie über den Bau der Korallenriffe. Gäa 1890.

38. **Sues.** Das Antlitz der Erde. 1888.

39. **v. Boguslawski** und **Krümmel.** a) Handbuch der Oceanographie. 1888.
b) **Krümmel,** Bemerkungen über die Durchsichtigkeit des Meerwassers. Annalen der Hydrographie 1889.

40. **C. Ph. Sluiter.** Einiges über die Entstehung der Korallenriffe in der Java-See und Branntweinsbai und über neue Korallenbildung bei Krakatau. Natuurkund. Tijdsch. Nederl. Indie. 1889.

41. **A. Heilprin.** a) The Bermuda Islands a contribution to etc. with an examination of the structure of Coral Reefs. Philad. 1889.
b) The corals and Coral Reefs of the Western Waters of the Gulf of Mexico. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. 1890.

42. **R. Langenbeck.** Die Theorieen über die Entstehung der Koralleninseln und Korallenriffe. Leipzig 1890.

43. **Th. Fuchs.** Ueber einige Punkte in der physischen Geographie des Meeres. Verhandl. der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1882. (No. 2)

44. **Hüfner.** Ueber die Farbe des Wassers. Archiv für Anat. und Phys. 1891.

45. **M. J. J. Lister.** Notes on the Geology of the Tonga Islands. Quart. Journ. Geolog. Soc. 1891.

46. **Jukes Browne** and **Harrison.** The geology of Barbadoes. Quart. Journ. Geolog. Soc. 1891.

47. **Sollas** and **Cole.** The origin of certain marbles: asuggestion. Proc. Roy. Dublin Soc. 1891.

48. **Ortmann.** Die Korallenriffe von Dar es Salam. Zoolog. Jahrbücher VI. 1892.

49. **Saville Kent.** The Great Barrier Reef of Australia, its products and potentialities. London 1893.

50. **Krümmel.** Westindische Korallenbauten. Globus Bd. 49 No. 1 1896.
51. **Reinecke.** Die letzten vulkanischen Bildungen auf den Samoainseln. Globus Bd. 49. No. 17 1896.

b. Ueber Plankton. (näheres bei Hensen und Haeckel).

52. **Hensen.** a) Methodik der Untersuchungen bei der Planktonexpedition. Kiel, Lipsius und Tischer. 1895.
b) Einige Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldt-Stiftung. Sitzungsber. der Acad. der Wissensch. Berlin. XIV. 1890.
53. **Haeckel.** a) Planktonstudien. Jena 1890.
b) Planktoncomposition. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXVII. N. F. XX. 1892.
54. **K. Brandt.** a) Haeckels Ansichten über die Panktonexpedition. Schrift des naturw. Vereins für Schles.-Holst. Bd. VIII. Heft 2.
b) Ueber die biologischen Untersuchungen der Planktonexpedition. Verh. der Gesellsch. f. Erdkunde. Dec. 1889.
c) Ueber die Schliessnetzfänge der Planktonexpedition. Abhandl. der Vereinig. deutsch. Naturf. und Aerzte in Lübeck 1895.
55. **Schütt.** Analytische Planktonstudien. Kiel 1892. (L. u. T.)
56. **Apstein.** a) Das Plankton des Süsswassers und seine quantitative Bestimmung. Schrift der naturw. Ver. f. Schl.-Holst. Bd. IX. Heft 2. 1892.
b) Quantitative Planktonstudien im Süsswasser. Biolog. Centralbl. Bd. XII. No. 16 u. 17. 1892.
c) Das Süsswasserplankton. 1896 (L. u. T.).
57. **Dahl.** a) Die horizontale und vertikale Verbreitung der Copepoden im Ocean. Verh. der deutsch. zool. Gesellsch. 1894.
b) Die Verbreitung freischwimmender Thiere im Ocean. Schr. des naturw. Ver. f. Schl.-Holst. Bd. X. 1895. S. 281—90.
58. **Giesbrecht.** a) Die pelagischen Copepoden. (Albatross 1891.) Bull. of the Mus. of Comp. Zoology at Harv. Coll. Vol. XXV. No. 12.
b) Die Copepoden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. XIX.
c) Ueber pelagische Copepoden des rothen Meeres. Zool. Jahrbücher 1896.
59. **Krämer.** On the most frequent pelagic Copepodes and Cladoceres of the Hauraki Gulf. Trans. of the New Zealand Inst. Vol. XXVII. 1894.
60. **Aurivillius.** Planktonundersøkninger: Animalisk Plankton. Bihang til K. Sv. Vet.-Acad. Handl. Bd. 20. 1894.
61. **Peck.** The sources of marine food. Bull. of the U. S. Fish. Comm. for 1895 S. 351 bis 368.

3. Preisliste der Planktonmaterialien bei Ad. Zwickert,
Optische Anstalt, Dänischestrasse 25, Kiel.

1.	Ein Planktonnetz (nach Apstein) mit grossem Filtrator und extra Messingring ($^1/_{75}$ □m) mit Gaze No. 12 . . . . . . ca.	43 M.	— Pf.
	Ein Planktonnetz (nach Apstein) mit grossem Filtrator und extra Messingring ($^1/_{75}$ □m) mit Gaze No. 20 . . . . . . ca.	55 „	— „
2.	Ein kleiner Filtrireimer mit Klemmring	7 „	50 „
3.	Ein qm Seiden- (Müller) Gaze No. 20	17 „	— „
4.	Reisecentrifuge	45 „	— „
5.	Zähltisch (nach Zwickert) nebst zwei Zählplatten ($\frac{1}{5}$ u. $\frac{1}{10}$ mm) . . .	70 „	— „
6.	Eine Stempelpipette nach Hensen (0.2 cc)	18 „	— „
7.	Ein Maasscylinder (100 cc)	2 „	— „
8.	Zwei Spritzenpipetten ($\frac{1}{30}$ $\frac{1}{20}$ cc)	4 „	50 „
9.	Zehn Stück Centrifugirmessgläser (à 80 Pf.)	8 „	— „
10.	Verpackungsschachtel für Gläser, Pipetten u. s. w.	8 „	— „
11.	Ein Kasten für Centrifuge, Schachtel u. s. w. . . . . . . ca.	12 „	— „

Anhang:

Bemerkungen über den essbaren Palolowurm, Lysidice viridis (Gray).

Von **Ant. Collin** in Berlin.

Einer freundlichen Aufforderung des Herrn Marinestabsarzt Dr. A. Krämer gern entsprechend, will ich im Anschluss an die vorstehende Arbeit einige zusammenfassende Bemerkungen über einen eigenthümlichen Bewohner der Korallenriffe, den essbaren Palolowurm des pacifischen Oceans geben; obwohl diese Notizen Neues kaum bieten werden, dürften sie doch vielleicht manchen Interessenten finden und Reisende, welche den Vorzug haben, jene gesegneten Gegenden besuchen zu können, vielleicht zu weiteren, eingehenderen Forschungen über diese biologisch so ausserordentlich merkwürdige, aber noch in vielfacher Hinsicht unklare Erscheinung anregen.

Lysidice viridis (Gray) 1847; Palolowurm.

Wichtigste Litteratur:

1847. Palola viridis (nicht Palolo). — Gray, An Account of Palolo, a Sea Worm eaten in the Navigator Islands. By the Rev. J. B. Stair, with a Description by J. E. Gray etc. — Proc. Zool. Soc. London XV. p. 17—18. Auch in: Ann. Mag. Nat. Hist. XIX, p. 409 bis 410 (1847). Z. Th. abgedruckt in: Encyclop. Britann. 8th edit. Vol. XI, p. 297 (1856).

1858. „ „ — Macdonald, J. D. On the external Anatomy and Natural History of the Genus of Annelida named Palolo by the Samoans and Tonguese, and Mbalolo by the Fijians. — Trans. Linn. Soc. London XXII. pt. III, Nr. XVI, p. 237—239, pl. XLI.

1862. „ „ — Seemann, B. Viti: An Account of a Government Mission to than Vitiau or Fijian Islands in the years 1860—61. Cambridge 8°, p. 59—63; 4 Textfig.

1863. „ „ — Hood, T. H. Notes of a Cruise in H. M. S. „Fawn" in the Western Pacific in the Year 1862. — Edinburgh, 8°, 268 pp., 1863; p. 126—128 (Pulolo von Samoa.)

1865. Lysidice palolo — Quatrefages, A. de. Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. Annélides et Géphyriens I. Paris, 8°, 1865, p. 379.

1868. Lysidice viridis — Ehlers, E. Die Borstenwürmer (Annelida Chaetopoda) nach system. und anatom. Untersuchungen dargestellt. Bd. I. Leipzig 1864—1868, p. 367, Anmerkung, Taf. XVI, Fig. 17—18.

1875. Palola viridis — Whitmee, S. J. On the Habits of Palola viridis. — Proc. Zool. Soc. London 1875, p. 496—502. (Vorläuf. Mittheil., ibid., p. 158).

1883. Palolo viridis — Powell, Th. Remarks on the Structure and Habits of the Coral-reef Annelid, Palolo viridis. — Journ. Linn. Soc. (Zool.) XVI, p. 393—396.

1884. „ „ — Turner, G. Samoa a hundred years ago and long before. London, 8°, 1884, p. 206—207.

1885. „ „ — M'Intosh, W. C. Report on the Annelida Polychaeta collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. — Rep. Scient. Results Challenger, Zoology Vol. XII, p. 257—261.

Das von Herrn Marinestabsarzt Dr. Krämer gesammelte, gut conservirte Material von den Samoa-Inseln, aus den Monaten October und November 1893, enthält unter einer reichlichen Masse von Bruchstücken und Schwanzenden leider keinen einzigen Kopf. Das ist nicht mehr verwunderlich, seitdem man weiss, dass mit Kopf versehene Thiere zu den grössten Seltenheiten gehören und nur ganz zufällig an die Oberfläche kommen; sogar nur zweimal ist bisher ein Kopf dieses Wurmes beschrieben resp. abgebildet worden, und zwar von Macdonald und Seemann; dabei scheint es in dem letzteren Falle überhaupt zweifelhaft, ob Seemann wirklich einen Palolowurm vor sich gehabt hat, denn nach den übereinstimmenden Berichten vieler Beobachter erreichen schon allein die Bruchstücke des Wurmes bis $^1/_2$ m Länge, während Seemann's in natürlicher Grösse gegebene Abbildung des ganzen Thieres nur 9 cm misst; auch viele von Dr. Krämer gesammelte Bruchstücke und solche der Berliner Zoolog. Sammlung und des hiesigen Zoolog. Instituts erreichen eine viel bedeutendere Länge. Selbst wenn man die ausserordentliche Verschiedenheit der Körperlänge einer und derselben Chaetopodenspecies in Betracht zieht, erscheinen die obigen Grössenunterschiede doch etwas zu bedeutend, und es dürfte sich in diesem Seemann'schen Falle also entweder um ein junges, nicht ausgewachsenes oder abnorm kurzes Exemplar, vielleicht gar um eine ganz andere Art handeln.

Ein Bruchstück einer Eunicide aus der Grube'schen Sammlung, jetzt im Besitz der Berliner Zoolog. Sammlung, welches als „Palola viridis, Gray, Kopf?" bezeichnet war, gehört überhaupt nicht der Gattung Lysidice an.

Durch die Untersuchung Macdonalds scheint die systematische Stellung des Palolowurmes, als in die Gattung Lysidice gehörig, genügend klargestellt, wenn auch nähere Untersuchungen, namentlich des Kopfes, höchst wünschenswerth sind; daher muss der von Gray geschaffene Gattungsname Palola aufgegeben werden.

Der von Macdonald abgebildete Kopf (Fig. 1) zeigt die für Lysidice characteristischen 3 Fühler und den Kieferapparat. Die darauf folgenden etwa 20 Segmente waren beträchtlich schmäler, als die Segmente der reifen Bruch-

stücke, auch waren auf den ersten Segmenten die typischen dunklen Rückenflecke sehr undeutlich und kaum sichtbar.

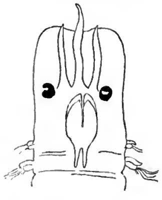
Die Bruchstücke, wie sie an der Oberfläche des Meeres gefangen werden, haben eine Länge bis 50 cm und gewöhnlich eine Breite von 2—3 mm, welche nach Powell auch $^1/_4$ inch (ca. = 6,3 mm) erreichen kann (Fig. 2). Die Parapodien tragen keine Kiemen, aber je einen dorsalen und ventralen Cirrus und Borstenbündel mit zweierlei Borsten: lange fein zugespitzte, welche, wie M'Intosh gegenüber Macdonald richtig bemerkt, nicht um ihre Längsachse gedreht sind, und zusammengesetzte Borsten, deren Endtheil zwei kleine Zähne trägt. Von jeder dieser beiden Borstenarten finden wir 2—3 in jedem Parapodium, in den vorderen Segmenten hinter dem Kopf sind sie jedoch nach Macdonald etwas zahlreicher. Auf jedem Segment liegt in der Medianlinie des Rückens ein dunkler Fleck, auf welchem nach Ehlers die Ausführungsgänge eines Drüsensystems münden. Diese dunklen Flecke sind durch eine über den ganzen Rücken laufende helle Längslinie verbunden. Am letzten Schwanzsegment finden sich zwei kürzere dorsale und zwei lange ventrale Cirren; einer dieser längeren Cirren war bei einem Exemplar von Dr. Krämer in 2 Theile zerspalten, so dass es den Anschein hatte, als ob 3 lange Analcirren vorhanden wären.

Die Farbe des Palolewurmes ist sehr verschieden, und zwar sind die Weibchen im Leben schmutzig-indigofarbig oder dunkelgrün, die Männchen dagegen hellbraun bis ockerfarbig oder weiss. In Alcohol sind die Weibchen meist schmutziggraugrün, bisweilen auch vollständig weiss (Exemplare der Berliner Zoolog. Sammlung), die Männchen röthlichbraun. Die grünen Eier, mit welchen die weiblichen Bruchstücke prall gefüllt sind, haben einen Durchmesser von 0,21 mm.

Die Verbreitung des Palole ist nach unserer jetzigen Kenntniss auf einige Inselgruppen des pacifischen Oceans beschränkt und zwar auf die Samoa-, Fidschi-, Tonga- und Gilbert-Inseln. Ob es sich bei der von Seemann ebenfalls als Fundort angegebenen Gruppe der Neuen Hebriden wirklich um Palolo handelt, scheint fraglich, denn einige Borstenwürmer, welche angeblich dort gegessen werden, stellten sich bei der Untersuchung nach M'Intosh als Phyllodociden heraus. In der Berliner Sammlung finden sich ferner einige von Putze gekaufte Exemplare, angeblich von Neu-Britannien.

Der Palolowurm ist ein Bewohner der Korallenriffe und steigt nur zweimal im Jahre in den Monaten October und November zur Ablage der Geschlechtsproducte an die Oberfläche. Er erscheint nur an gewissen Theilen der Inseln, an der Seite der Lagune, nahe dem äusseren Riff. Nach der Mittheilung von Stair (bei Gray) treten die Würmer am Rande der Riffe besonders da auf, wo viel Süsswasser ausströmt, doch ist das nach der Beobachtung von Dr. Krämer nicht der Fall. Während der übrigen Zeit des Jahres scheinen die Würmer in den tieferen Regionen der Korallenriffe zu leben, doch sind sie dort mit Ausnahme eines Falles noch nicht in ihren Schlupfwinkeln beobachtet oder dort gefangen worden: Whitmee fand nämlich ein Exemplar in den Spalten eines abgestorbenen Korallenblockes, welcher von einer Stelle nahe der Küste entnommen war, an welcher der Palolo erscheinen sollte.

Die Würmer steigen in so gewaltigen Massen zur Oberfläche auf, dass die See an solchen Stellen „mehr fest als flüssig erscheint". Sie zeigen sich nur am frühen Morgen an bestimmten Tagen, über welche weiter unten Näheres mitgetheilt werden soll. Einzelne Exemplare erscheinen bei der ersten Morgendämmerung, dann werden sie von Minute zu Minute häufiger und beleben schliesslich bei Sonnenaufgang in so zahllosen Massen die Oberfläche, dass nach Aussage einer englischen Lady ein Taschentuch in einer Wassertiefe von 4 inches (= 10,16 cm) unter der Masse der Würmer nicht mehr sichtbar war. Das ganze Schauspiel dauert nur wenige Stunden, und alle Würmer sind einige Zeit nach Sonnenaufgang vollständig verschwunden. Immer sind es nur Bruchstücke ohne Kopf, welche an die Oberfläche kommen. Die bis $^1/_2$ m langen Stücke haben ihre eigene Bewegung und schwimmen entweder fast gerade ausgestreckt oder in grösseren spiraligen Windungen, oft sehr schnell durch einander. Powell glaubt den einzelnen Stücken einen besonderen Gesichtssinn zuschreiben zu müssen, da sie den Fangkörben geschickt auszuweichen suchen.



1

Die Beobachtung von Powell, dass die Bewegung ihrer Borsten beim Schwimmen denselben Eindruck hervorruft. wie die Wimperbewegung der Rotatorien, erscheint. wie auch M'Intosh sagt, etwas abenteuerlich. Die grösseren Stücke zerbrechen allmälig selbstständig in immer kleinere Theile, und es findet dabei eine ausgiebige Entleerung der männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte statt. mit denen ihre Leibeshöhle vollständig vollgepfropft war. Die Theilung der Stücke setzt sich immer weiter fort, bis schliesslich nur ganz kurze Theilstücke von wenigen Segmenten übrig bleiben, welche dann ganz leer von Geschlechtsproducten zu Boden sinken. Die See ist dann durch die massenhafte Ausstossung der Eier und des Sperma weithin grünlich und weisslich-trübe gefärbt. Whitmee beobachtete ganz denselben Vorgang an einigen Stücken, welche er in ein Glasbassin gesetzt hatte: Männchen und Weibchen zerbrachen und die Flüssigkeit trübte sich durch die Beimischung des Sperma; die Eier setzten sich allmälig zu Boden. Uebrigens entwickelten sie sich im Aquarium nicht weiter.



2

Es scheint zweifellos, dass die Thiere allein zum Zwecke der Ablagerung der Geschlechtsproducte und zur Befruchtung der Eier an die Oberfläche kommen. Dieser Process wird durch die leichte Zerbrechlichkeit natürlich begünstigt und beschleunigt. Dass die Theilstücke, deren innere Organisation zum Theil atrophischen Character trägt und welche in der Bildung von Geschlechtsproducten gänzlich aufgegangen zu sein scheinen und ihren Endzweck damit erreicht haben, etwa nach ihrem Untersinken wieder zu neuen Thieren anwachsen sollten, scheint gänzlich ausgeschlossen, vielmehr werden sie sämmtlich zu Grunde gehen. Hiergegen würde auch Powells Beobachtung nicht sprechen, welcher grössere Bruchstücke, ohne weiter zu zerplatzen, durch „Ei- und Samenleiter" (vielleicht die

Segmentalorgane?) Geschlechtsproducte ausstossen sah und die Stücke ganz unversehrt, aber ganz leer davon, fangen konnte. Die in der Tiefe zurückgebliebenen Kopftheile dagegen dürften wahrscheinlich wieder neue Endstücke hervorsprossen lassen.

Die merkwürdigste Erscheinung in der Biologie des Palolowurmes ist sein ganz regelmässiges Auftreten in den Monaten October und November zur Zeit des letzten Mondviertels; nur zu diesen zwei Zeitpunkten im Jahre erscheint er an der Oberfläche auf den Korallenriffen, und zwar ist der Novemberschwarm meist reichlicher, als der im October. Bisweilen ist sein Erscheinen an den einzelnen Inseln einer zusammengehörigen Gruppe auch verschieden; so tritt er nach Angabe des Herrn Dr. Krämer an der Insel Sawaii der Samoa-Gruppe besonders reichlich im October auf, während er bei Apia auf Upolu in der Regel im November häufiger ist. Ueberhaupt ist er manchmal im October an einer Stelle in Myriaden von Exemplaren vertreten und einen Monat später finden sich ebendaselbst nur wenige Exemplare, sowie umgekehrt.

Jedesmal erscheinen die Würmer in der Morgendämmerung am Tage vorher und am Tage des letzten Mondviertels selbst, einige Nachzügler zuweilen auch noch am Tage darauf. Da das Auftreten des Palolo ganz regelmässig so enge mit den Mondphasen verknüpft ist und er nur zu dem Zeitpunkte des letzten Mondviertels zur Oberfläche kommt, so ist es klar, dass er in jedem Jahre um mehrere Tage früher kommen würde, denn die Mondmonate fügen sich nicht dem Sonnenjahr. Erschiene der Palolo jedesmal nach 12 Mondmonaten (etwa 354 Tage) beim entsprechenden letzten Mondviertel, so käme er jedes folgende Jahr immer um etwa 11—12 Tage früher. Würde er 13 Mondmonate bis zu seinem Wiedererscheinen brauchen, so würde er sich jedes Jahr um etwa 18 Tage verspäten. In beiden Fällen würde seine Erscheinungszeit in kurzer Frist aus den Monaten October und November heraustreten und er könnte im Laufe der Jahre zu jeder beliebigen Jahreszeit, in jedem beliebigen Monate auftreten; dieses ist aber, so lange man ihn kennt, nicht der Fall gewesen, vielmehr ist er stets nur in der Zeit von etwa dem 5. October bis gegen Ende November sichtbar gewesen. Diese Thatsache brachte Whitmee auf den glücklichen Gedanken, dem Erscheinungsmodus des Palolo nachzuspüren. Seine zum Theil allerdings lückenhaften Beobachtungen erstrecken sich für die Samoa-Inseln auf den Zeitraum von 1861—1873, unter Berücksichtigung eines Datums von den Fidschi-Inseln. An der Hand dieser Daten stellt Whitmee die sehr annehmbare Behauptung auf, dass der Palolowurm stets zwei Jahre hintereinander nach je 12 Mondmonaten erscheint, dass aber in jedem dritten Jahr ein Intervall von 13 Mondmonaten auftritt. Dieses stimmt mit den bekannten Erscheinungsdaten des Wurmes überein und dabei überschreitet auch die Erscheinungszeit des Wurmes für längere Zeit nicht die Monate October und November. Derartige Intervalle von 13 Mondmonaten sind nach Whitmee in den Jahren 1862/63, 1865/66, 1868/69 und 1871/72 eingetreten.

Whitmee rechnet aber noch genauer. Wenn der Palolo nämlich zunächst 2 Jahre nach je 12 Mondmonaten, im 3. Jahre aber nach 13 Mondmonaten, also nach 3 Jahren zusammen in 37 Mondmonaten wiedererscheint, so kommt

er alle 3 Jahre noch immer um etwas mehr als 3 Tage früher, da 3 mittlere Sonnenjahre über 3 Tage länger sind, als 37 Mondmonate. Würde hier nicht eine Correction eintreten, so würde die Erscheinungszeit des Palolo noch immer nach einer längeren Reihe von Jahren die Monate October und November nicht mehr einhalten, sondern immer frühzeitiger fallen. Zum Ausgleich dafür müsste nach Whitmees Rechnung alle 28 bis 29 Jahre ein Extra-Mondmonat eingeschaltet werden; demnach würde dann eine solche dreijährige Paloloperiode zu dieser Zeit 1 Intervall von 12 und 2 von je 13 Mondmonaten umfassen. Eine solche Extra-Einschiebung von einem Mondmonat prophezeite Whitmee für 1873/74 und fand seine Vermuthung bestätigt, denn der Palolo zeigte sich 1874 erst nach Ablauf von 13 Mondmonaten am 31. October und 1. November.

Einfacher erklärt sich die Sache übrigens in folgender Weise. Da die Mondphasen alle 19 Jahre fast genau zu derselben Sonnenzeit wiederkehren (Metonischer Cyclus), so liegt es nahe, dass der Palolo alle 19 Jahre zu demselben Datum erscheinen wird; dieses finde ich durch die Thatsachen bestätigt, denn 1874 beobachtete Whitmee den Palolo auf Samoa am 31. October und 1. November; 19 Jahre später (1893) sammelte Dr. Krämer das mir vorliegende Material ebenfalls am 31. October und 1. November.

An den Gilbert-Inseln soll der Palolo nach Powell stets in den Monaten Juni und Juli erscheinen.

Aus Ursachen unbekannter Natur tritt der Palolowurm bisweilen auch in ganz anormaler Weise zu anderen Jahreszeiten auf; so soll er nach Whitmee gelegentlich, aber sehr selten auch im December bei Samoa vorkommen. Nach einer handschriftlichen Notiz von Herrn P. Stoos in Lübeck blieb der Palolo an den Fidschi-Inseln im Jahre 1885 ganz aus, erschien dann aber ausser der Zeit Ende Januar 1886. Ueber ein weiteres abnormes Auftreten berichtet Powell, nach welchem der Palolo am 21. März 1881 bei Samoa erschien. Wie mir Herr Professor Goldstein, hier, freundlichst mittheilte, war am 15. März 1881 Vollmond; der Wurm ist also an einem Tage erschienen, als der Mond kurz vor dem letzten Viertel stand; er hat somit, wenn auch nicht die Jahreszeit, so doch wenigstens die Mondphase eingehalten.

Auf Samoa und den Tonga-Inseln heisst der Wurm Palolo, auf den Fidschi-Inseln Mbalolo oder Balolo. Die Samoaner nennen den Wurm auch einen Fisch (i'a = ika in anderen polynesischen Dialekten, und = ikan im Malayischen). „Pa" bedeutet nach Turner soviel wie „platzen", „bersten"; „lolo" heisst „ölig" oder „fettig". Die Eingeborenen benennen die Monate nach dem Namen Palolo; so heisst auf den Fidschi-Inseln der October vula i mbalolo lailai (= kleiner Palolomonat), der November vula i mbalolo levu (= grosser Palolomonat), weil im letzteren der Palolo am reichlichsten auftritt. Die Samoaner nennen nach Whitmee die Jahreszeit, wann der Passatwind am Anfang des Sommers oder der Regenzeit von Südost nach Nordost umschlägt, vāi-palolo (d. h. Zeit des Palolo); die entgegengesetzte Jahreszeit, wann der Passat von Nordost nach Südost wechselt, am Anfang der trockenen Jahreszeit, wird in ähnlicher Weise vāi to'elau genannt (d. h. Zeit des Umschlagens des Nordwindes). Diese Verbindung des Namens Palolo mit den Monaten und Jahreszeiten spricht wohl sicher dafür, dass sich

die Erscheinungszeit des Palolo im Laufe langer Zeiträume ebensowenig geändert hat, wie die Jahreszeiten selbst. Die Bewohner der Gilbert-Inseln nennen den Wurm „Te Nmatamata" (d. h. der gleissende oder glänzende).

Der Palolowurm ist eine sehr begehrte Lieblingsspeise der Eingeborenen, auch manche dortige Europäer haben Geschmack daran gefunden. Das Erscheinen der Thiere auf den Korallenriffen ist für die Samoaner und Fidschi-Insulaner ein Freudenfest. Jung und Alt rudert in der Morgendämmerung hinaus, um die werthvolle Gabe der Natur von den Booten aus mit Sieben und schön gefertigten Körben, oder auch mit der blossen Hand einzuheimsen. Die Palolomasse wird entweder zum Theil gleich roh verzehrt oder in Brotfruchtblätter gebunden und über angezündeten Feuern gebacken. Händler kaufen an Ort und Stelle den Palolo auf, um andere Theile der Inseln damit zu versehen und Boten werden mit Palolo als Geschenk an ferner wohnende Häuptlinge gesandt, in deren Gegend die Schwärme nicht erscheinen. Sein Geschmack soll nach Hood's Mittheilung an eine Auster erinnern. Die Fidschi-Insulaner haben den Aberglauben, dass nach dem Palolofang grössere Regengüsse auftreten müssen, um „die Feuer, woran der Palolo geröstet ist, auszulöschen"; anderenfalls wird eine schlechte Yamswurzelernte erwartet.

Beiläufig gesagt ist übrigens die Zahl der zur Speise dienenden höheren Würmer nicht gross: ausser dem Palolo wird nach Dr. Krämer noch ein grosser Regenwurm theilweise von den Samoanern gegessen und nach M'Intosh geniessen die Bewohner der Neuen Hebriden Borstenwürmer aus der Familie der Phyllodociden als Speise, welche sie A'oou nennen. Von einem auf Amboina gegessenen Wurm wird weiter unten die Rede sein. In China sollen ferner Sipunculiden genossen werden.

Die ausserordentliche oeconomische Wichtigkeit, welche der Palolo für die Insulaner besitzt, hat es natürlich zur Folge, dass die Eingeborenen sein Erscheinen mit grösster Genauigkeit beachten und sogar meist mit gutem Erfolge vorherberechnen. Sie achten nach Whitmee und Powell zuerst auf die Blüthezeit der scharlachrothen Blumen von Erythrina indica, eines Strauches aus der Familie der Papilionaceen (Aloalo genannt). Beginnen dann noch der Tavai (Rhus taitensis), der Lagaali (Aglaia edulis Asa Gray) und die Sisi (Eugenia sp.) zu blühen, so sehen die Eingeborenen nach dem Stande des Mondes; wenn derselbe dann in der Morgendämmerung tief über dem westlichen Horizont steht, so erwarten sie am 10. Tage darauf den Palolo. Meist ist ihre Rechnung richtig, doch irren sie bisweilen, wann ein Intervall von 13 Mondmonaten seit dem vorigen Erscheinen des Palolo eintritt, um einen ganzen Monat. Von anderen wird dagegen auf das Untersinken gewisser Sternbilder unter den Horizont geachtet und daraus die Palolozeit berechnet. Hood berichtet, dass drei Tage vor dem Erscheinen des Palolo die „malio" (gewisse Landkrabben, Gecarcinus) sich in grossen Zügen aus dem Innern an die Meeresküste begeben, und diese Wanderung soll so sicher mit der Palolozeit zusammentreffen, dass die Eingeborenen hierdurch auf die drei Tage später auftretenden Paloloschwärme vorbereitet werden. Dieses eigenthümliche Zusammentreffen brachte Hood auf den abenteuerlichen Gedanken, dass die Palolobruchstücke der Laich dieser Krabben seien, eine Annahme, die

aher weder bei den dortigen Furopäern noch Eingehorenen Anklang fand, wie Hood selbst sagt.

Als hegleitende Würmer des Palolo wird namentlich eine Nereis-Art angegehen; in dem Material von Herrn Dr. Krämer fanden sich in der Palolomasse eine Anzahl Polychaeten aus den Gattungen Euphrosyne, Lirione und Phyllodoce.

Zum Schlusse sei noch auf eine dem Palolo-Auftreten ganz ähnliche Erscheinung hingewiesen, auf welche Ed. von Martens (Sitzher. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin, Jahrg. 1887 p. 17) zuerst aufmerksam gemacht hat, nämlich auf die Schilderung eines essharen Wurmes (Wawo) von Amboina in dem Werke von Georg Everhard Rumphius „D' Amboinsche Rariteitkamer" etc., Amsterdam 1705. Ich will hier einen gekürzten Anszug aus seiner Beschreibung in freier Uehersetzung gehen. Rumphius beschreibt auf Seite 51 ff. seine „Vermiculi marini' Wawo" von Amhoina wie folgt:

„Es sind kleine Würmchen, kaum 1 Fuss lang, in der Dicke einige wie Segelgarn, die meisten wie gezwirnte Seide, in Klümpchen durch einander vermischt, in welchen man immer einen grösseren, dickeren und längeren sieht, als die anderen, welchen man für die Mutter hält. Die meisten sind dunkelgrün, doch spielt darin auch etwas schmutzigweiss oder gelh, roth, braun und blau. Ihre rechte Gestalt kann man kaum erkennen, ausser dass sie wie ein verwirrter Strang Garn durcheinander hängen und sofort in Stücke brechen, wenn man sie anrührt; wenn man sie in Salzwasser his zum anderen Tag stehen lässt, so kann man unter einem Vergrösserungsglas die folgende Gestalt darau erkennen; in jedem Klumpen ist ein etwas grösserer Wurm, als die anderen, welchen man die Mutter nennt; er ist dick wie grobes Segelgarn und hisweilen wie ein dünner Federkiel, hleichgelh oder weisslich; an dem Köpfchen kann man nur 2 Hörnchen erkennen, wie sie die Schnecken haben, und an jeder Seite vier deutliche Füsschen, wie Raupen. Die anderen Füsschen sind sehr fein, wie Härchen, unzählbar, und ziehen sich aus und ein. Die Kinder hängen rund um diese Mutter; in der Dicke sind sie wie feines Segelgarn oder gezwirnte Seide, und grünlich, einige eine Hand, andere $1^1/_2$ Fuss lang. Sie sind quer üher den Leib gerippt, als ob sie aus vielen Gliedern heständen, doch sind sie so zart, dass sie gleich in Stücke zerhrechen, wenn man sie in die Hand nimmt; an den gekochten kann man die Glieder noch hesser erkennen. Wenn man sie des Abends, frisch aus dem Wasser geholt, besichtigt, kann man deutliche Zeichen von Leben daran erkennen, aher man kann sie nicht bis zum nächsten Tage am Lehen erhalten. Zeichen von Gesicht, Gehör und Geruch kann man auch daran hemerken, denn es scheint durch den Gesichtssinn zu geschehen, dass sie auf eine brennende Fackel oder Licht zuschiessen, doch wenn der Mond aufgeht, so verbergen sie sich wiederum. Das Gehör muss man ihnen zuschreiben, weil sie verjagt werden, wenn man grossen Lärm macht, und vom Geruch muss es kommen, dass sie so hegierig nach schwangeren Frauen und nach mit Geschwüren hehafteten Beinen zuschwimmen.

„Dieses Gewürm sieht man das ganze Jahr hindurch nicht, sondern allein am 2., 3. und 4. Ahend nach dem vollen Mond, welcher eintritt, wenn die Sonne

in den Fischen steht, im Februar und März; alsdann muss man sie sofort nach Sonnenuntergang suchen mit angesteckten Fackeln, auf solchem Strand, wo grosse Klippen in der See stehen, die voll von Spalten und Rissen, aber glatt und nicht scharf sind; um diese sieht man die Würmer wimmeln und auf diejenigen zukommen, welche eine brennende Fackel im Boot haben; dann kann man sie mit ausgespannten Tüchern oder feinen Sieben schöpfen. Die ersten beiden Nächte findet man sie um die Klippen, später aber etwas weiter fort in die See getrieben. Die Eingeborenen wünschen, dass man beim Fang ruhig sein und das Boot ohne Lärm vorwärts treiben soll. — Am folgenden Vollmond sind die Würmchen schon grösser geworden, ungefähr strohhalmdick, ganz wie junge Tausendfüsse, grün, braun und weiss gemischt und daher etwas abscheulich, welche auch einen besonderen Namen haben und nicht für das echte „Wawo“ gehalten werden. Am 5. Abend nach dem Vollmond verlieren sie sich und man kann sie das ganze Jahr hindurch nicht mehr sehen, ausser, wie gesagt, an dem folgenden Vollmond, zu welcher Zeit sie eine andere Gestalt und Namen haben. Der genannte Vollmond, wann der Mond in der Jungfrau und die Sonne in den Fischen steht, ist die gewöhnliche Zeit des Wawo, doch geschieht es bisweilen, dass man sie auch etwas früher findet, nämlich bei dem Vollmond, wann die Sonne noch nicht in die Fische getreten ist. Das Wawo kommt auch nicht jährlich in gleicher Menge an die Oberfläche; denn wenn viele warme Regen vorangehen, kommt es reichlich, und man kann es alle 3 Abende nach einander schöpfen; aber wenn viele trockene und heisse Tage vorangehen, kommt es wenig und nur an einem Abend. Am Tage kann man schon erkennen, ob es denselben Abend in die Höhe kommen wird, denn man sieht alsdann bei Tag schwarze Flecken im Seewasser, auch hat man erfahren, dass in jedem Jahre hohes Wasser ist und immer höher als die tägliche Fluth, wenn das Wawo erscheint.

„Die gewöhnliche Meinung ist, dass das Gewürm ein Auswurf der genannten Klippen ist; immer, wo solche Klippen fehlen, findet man das Wawo auch nicht. Das meiste wird gefangen in dem Amboinischen Golf, um den rothen Berg, an den drei Liasserschen Inseln, bei Latuhaloy und in Banda, als auch auf den Molukken.

„Vorläufig mag es „Vermiculi marini“ heissen; der malayische Name ist unbekannt, weil es vielleicht in den Ländern nicht vorkommt; im gewöhnlichen Amboinisch heisst es Wawo und Wau, was man auch für Ternatisch hält. Auf Hitoe heisst es „Melatten“, auf Leijtimor „Laur“, auf den Uliazzors „Melattonno“, in Banda „Oele“. Weil es nun je nach den beiden Vollmonden zweierlei Art ist, so wird das erste und eigentliche „Wawo Kitsjil“ (= kleines Wawo), das andere oder grosse am folgenden Vollmond „Wawo bezaar“ (= grosses Wawo) genannt. Die Bewohner von Hitoe unterscheiden es genauer und machen 3 Arten daraus, die erste heisst Melatten Salanay, das sind kleine Würmchen, wie ein Haufen Faden aneinander hängend, welche am Vollmond im Januar vorkommen, wann die Sonne in den Wassermann tritt; doch weil es nicht alle Jahre an die Oberfläche kommt und es auch nur gering ist, wird es nicht gesammelt, sondern zur Nahrung für die Fische gelassen. Die zweite und eigentliche Sorte heisst Melatten Yan (d. h. Fisch-Melatten), als ob es nun schon zu lebenden Fischen oder kenntlichen

Geschöpfen geworden wäre. Die dritte Sorte heisst Melatten Lalian (d. h. Tausendfuss-Wawo), weil es dann die Gestalt von Tausendfüssen bekommen hat. Dies kommt hervor zu dem folgenden Vollmond des April und wird zum Essen für ungeeignet gehalten.

„Man macht viel Aufhebens von diesem Wawo in Amboina und in Banda, und diejenigen, welche daran gewöhnt sind, machen davon eine grosse Leckerei, obwohl es beim Anschauen hässlich erscheint; es wird auf dreierlei Art zubereitet.“

Rumphius giebt nun in eingehender Weise zahlreiche Küchen-Recepte, wie das Wawo mit verschiedenen Kräutern zusammen gekocht, gepökelt, geröstet, geräuchert und namentlich zu pikanten Brühen und Saucen verwendet wird. Die letztgenannte Wawo-Sorte soll bei Nacht in der See mit hellem Licht leuchten, wesshalb sie um so mehr verabscheut wird, weil sie diese Eigenschaft mit den Tausendfüssen gemein hat. Der Verfasser giebt dann die Daten für einige Jahre, wann das richtige Wawo gefangen ist:

„**1684.** Vollmond am 1. März. Das Wawo wurde am 2., 3. und 4. März gefangen; es kam in reichlicher Menge vor; unter den Klippen, vom rothen Berg bis nach Hative Kitsjil; man schöpft es, sowohl in dem Boot sitzend, als auch bis zur Mitte des Körpers in das Wasser gehend, während jemand eine brennende Fackel in der Hand hält, wozu die Eingeborenen eine schwangere Frau wählen, doch muss sie mit der Fackel im Boot sitzen bleiben.

1685. Vollmond war am 20. März, als die Sonne in den Widder eintrat. Vor und nach dem Vollmond war sehr heisses Wetter, wesshalb nur wenig Wawo gesehen wurde, ausser am 22. März, wann sich das „Wawo-Jean“ zeigte, = Fisch-Wawo, weil man es für die Fische lässt. Am 23. März wurde das echte gefangen, doch nur in kleiner Menge.

1686. Vollmond war am 8. März. Wawo wurde am 11. gefangen, doch auch nur wenig wegen der vorhergegangenen Trockenheit.

1687. Vollmond war am 27. Februar. Am 1. März hätte es erscheinen müssen, doch wurde nichts gesehen, ausser einigen schleimigen rothen Fäden, welche keine Gestalt hatten, indem wiederum die vorhergehende Trockenheit die Ursache davon war.

1688. Vollmond war am 17. März. Am 19. und 20. März wurde wenig Wawo gefangen etc.

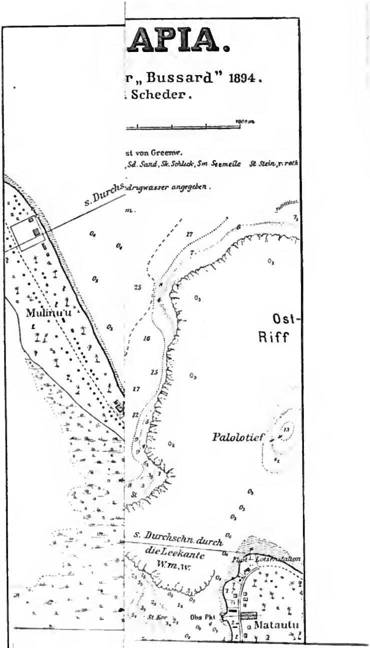
1690. Vollmond war am 27. März (im Widder); da es stilles Wetter mit wenig Regen war, hat man denselben Abend und die beiden folgenden das Wawo in reichlicher Menge bekommen.

1693. Am 24. März, am dritten Abend nach dem Vollmond (21. März) hat man begonnen, das Wawo zu fangen, vier Abende nach einander, in reichlich grosser Menge, denn um diese Zeit war stilles Wetter.

1694. Am 11. März, zwei Tage nach dem Vollmond (9. März) in den Fischen, wurde das Wawo gefangen; es war schönes stilles Wetter, doch ist nicht viel vorgekommen.“

Aus den obigen, stellenweise allerdings recht unklaren Angaben von Rumphius sieht man, dass die Erscheinung des „Wawo“ in sehr vielen Punkten mit dem Palolo übereinstimmt. Vielleicht handelt es sich um eine andere Wurm-Art, vielleicht auch um den richtigen Palolo. Auch das Wawo erscheint periodisch mit den Mondphasen und zwar, was Rumphius betont, immer nach dem Vollmond; mit demselben Rechte kann man aber sagen, dass es wenige Tage vor dem letzten Mondviertel erscheint, und hätte damit eine gewisse Uebereinstimmung mit dem Palolowurm. Die Jahreszeit ist allerdings eine ganz andere, aber auch bei den Gilbert-Inseln soll der richtige Palolo im Juni und Juli erscheinen, das Wawo bei Amboina im Februar und März. Handelt es sich in allen diesen Fällen um denselben Wurm, so würden vielleicht locale Verhältnisse sein Erscheinen zu verschiedener Jahreszeit beeinflussen.

Es ist merkwürdig, dass die Erscheinung des Wawo bei Amboina seit Rumphius ganz in Vergessenheit gerathen zu sein scheint, und dass man in den Berichten der dort gewesenen Europäer nichts mehr darüber findet. Jedenfalls scheint es der Mühe werth, diesen biologisch so interessanten Erscheinungen des Palolo und Wawo noch weiter nachzuspüren und die älteren Beobachtungen durch neue zu verbessern und zu ergänzen.


APIA.
r „Bussard" 1894.
Scheder.
st von Greenw.
Sd. Sand, Sk. Schlick, Sm Seemeile St Stein, r. roth
s. Durchs
Mulinu'u
Ost-
Riff
Palolotief
s. Durchschn. durch
die Leekante
W.m.w.
Lotsenstation
Obs Pkt
Matautu